

**Министерство образования и науки Российской Федерации**  
 Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
 высшего образования  
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ  
 ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**



Институт электронного обучения  
 Специальность 220301 Автоматизация технологических процессов и производств  
 (в нефтегазовой отрасли)  
 Кафедра интегрированных компьютерных систем управления

**ДИПЛОМНАЯ РАБОТА**

Тема работы
<b>Модернизация устройств диагностики буксовых узлов ПОНАБ-3 в дистанции сигнализации и связи</b>

УДК 421422.001

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-8202	Сафронов Сергей Викторович		

Руководитель

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Механик СЦБ	Ткачев Евгений Васильевич	-		

**КОНСУЛЬТАНТЫ:**

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент кафедры менеджмента	Петухов Олег Николаевич	к.э.н.		

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Извеков Владимир Николаевич	к.т.н.		

**ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:**

Зав. кафедрой	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Лиепиных Андрей Вилнисович	к.т.н.		

Томск – 2016 г.

## ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ООП

Код результата	Результат обучения (выпускник должен быть готов)
<b>Профессиональные компетенции</b>	
P1	Применять <i>глубокие</i> естественнонаучные, математические и инженерные <i>знания</i> для создания и обработки <i>новых</i> материалов
P2	Применять <i>глубокие знания</i> в области современных технологий машиностроительного производства для решения <i>междисциплинарных</i> инженерных задач
P3	Ставить и решать <i>инновационные</i> задачи <i>инженерного анализа</i> , связанные с созданием и обработкой материалов и изделий, с использованием системного анализа и моделирования объектов и процессов машиностроения
P4	Разрабатывать технологические процессы, <i>проектировать</i> и использовать <i>новое</i> оборудование и инструменты для обработки материалов и изделий, конкурентоспособных на <i>мировом</i> рынке машиностроительного производства
P5	Проводить теоретические и экспериментальные <i>исследования</i> в области современных технологий обработки материалов, нанотехнологий, создания <i>новых</i> материалов в <i>сложных</i> и <i>неопределенных</i> условиях
P6	Внедрять, <i>эксплуатировать</i> и обслуживать современные высокотехнологичные линии автоматизированного производства, обеспечивать их <i>высокую эффективность</i> , соблюдать правила охраны здоровья и безопасности труда на машиностроительном производстве, выполнять требования по защите окружающей среды
<b>Универсальные компетенции</b>	
P7	Использовать <i>глубокие знания</i> по <i>проектному менеджменту</i> для ведения <i>инновационной</i> инженерной деятельности с учетом юридических аспектов защиты интеллектуальной собственности
P8	<i>Активно</i> владеть <i>иностранным языком</i> на уровне, позволяющем работать в иноязычной среде, разрабатывать документацию, презентовать и защищать результаты инновационной инженерной деятельности
P9	Эффективно работать индивидуально, в качестве <i>члена и руководителя группы</i> , состоящей из специалистов различных направлений и квалификаций, демонстрировать ответственность за результаты работы и готовность <i>следовать корпоративной культуре</i> организации
P10	Демонстрировать <i>глубокие знания социальных, этических и культурных аспектов</i> инновационной инженерной деятельности, компетентность в вопросах <i>устойчивого развития</i>
P11	<i>Самостоятельно учиться</i> и непрерывно <i>повышать квалификацию</i> в течение всего периода профессиональной деятельности

**Министерство образования и науки Российской Федерации**  
 Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
 высшего образования  
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ  
 ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**



Институт электронного обучения  
 Специальность 220301 Автоматизация технологических процессов и производств  
 (в нефтегазовой отрасли)  
 Кафедра интегрированных компьютерных систем управления

УТВЕРЖДАЮ:  
 Зав. кафедрой ИКСУ  
 \_\_\_\_\_ Лиепиньш А.В.  
 (Подпись) (Дата) (Ф.И.О.)

**ЗАДАНИЕ  
 на выполнение выпускной квалификационной работы**

В форме:

<b>Дипломной работы</b>
(бакалаврской работы, дипломного проекта/работы, магистерской диссертации)

Студенту:

Группа	ФИО
3-8202	Сафронов Сергей Викторович

Тема работы:

<b>Модернизация устройств диагностики буксовых узлов ПОНАБ-3 в дистанции сигнализации и связи</b>	
Утверждена приказом директора (дата, номер)	№ 3319/с от 04.05.2016 г.

Срок сдачи студентом выполненной работы:	20.06.2016 г
--	--------------

**ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:**

<b>Исходные данные к работе</b> <i>(наименование объекта исследования или проектирования; производительность или нагрузка; режим работы (непрерывный, периодический, циклический и т. д.); вид сырья или материал изделия; требования к продукту, изделию или процессу; особые требования к особенностям функционирования (эксплуатации) объекта или изделия в плане безопасности эксплуатации, влияния на окружающую среду, энергозатратам; экономический анализ и т. д.).</i>	Объект – устройство для контроля буксовых узлов подвижного состава, предназначено для применения на железнодорожном транспорте в качестве диагностической аппаратуры, позволяющей выявлять неисправности буксовых узлов подвижного состава; научно-техническая литература, нормативно-техническая документация, периодическая литература по нефтеперерабатывающим заводам, интернет сайты.
<b>Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов</b> <i>(аналитический обзор по литературным источникам с целью выяснения достижений мировой науки техники в рассматриваемой области; постановка задачи исследования, проектирования, конструирования; содержание процедуры исследования, проектирования, конструирования; обсуждение результатов выполненной работы; наименование дополнительных разделов, подлежащих</i>	Исследование объекта, анализ существующих устройств контроля и обоснование предложенного варианта модернизации, разработка структурной и функциональной схем, разработка принципиальной схемы блока управления и программного обеспечения, расчет экономической эффективности, безопасность труда, экология.

разработке; заключение по работе).				
<b>Перечень графического материала</b> <i>(с точным указанием обязательных чертежей)</i>		1. Блок управления напольными камерами. Схема электрическая структурная (1 лист). 2. Блок управления напольными камерами. Схема электрическая функциональная (1 лист). 3. Типовая схема размещения устройств контроля (1 лист). 4. Обобщенная структурная схема устройства контроля КТСМ-01 (1 лист).		
<b>Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы</b> <i>(с указанием разделов)</i>				
<b>Раздел</b>		<b>Консультант</b>		
<b>Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережения</b>		<b>Петухов Олег Николаевич</b>		
<b>Социальная ответственность</b>		<b>Извеков Владимир Николаевич</b>		
<b>Названия разделов, которые должны быть написаны на русском и иностранном языках:</b>				
<b>Нет</b>				
<b>Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику</b>			<b>20.02.2016</b>	
<b>Задание выдал руководитель:</b>				
<b>Должность</b>	<b>ФИО</b>	<b>Ученая степень, звание</b>	<b>Подпись</b>	<b>Дата</b>
Механик СЦБ	Ткачев Евгений Васильевич	-		

**Задание принял к исполнению студент:**

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-8202	Сафронов Сергей Викторович		

**Министерство образования и науки Российской Федерации**  
 Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
 высшего образования  
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ  
 ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**



Институт электронного обучения  
 Специальность 220301 Автоматизация технологических процессов и производств  
 (в нефтегазовой отрасли)  
 Кафедра интегрированных компьютерных систем управления  
 Уровень образования – дипломированный специалист  
 Период выполнения – осенний/весенний семестр 2015/2016 учебного года

Форма представления работы:

дипломная работа
------------------

**КАЛЕНДАРНЫЙ РЕЙТИНГ-ПЛАН  
 выполнения выпускной квалификационной работы**

Срок сдачи студентом выполненной работы:	16.06.2016 г.
--	---------------

Дата контроля	Название раздела (модуля) / вид работы (исследования)	Максимальный балл раздела (модуля)
20.05.2016 г.	Основная часть	60
30.05.2016 г.	Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	20
30.05.2016 г.	Социальная ответственность	20

Составил преподаватель:

Должность	ФИО	Учёная степень, звание	Подпись	Дата

СОГЛАСОВАНО:

Зав. кафедрой	ФИО	Учёная степень, звание	Подпись	Дата
ИКСУ	Лиепиньш А. В.	К.Т.Н.		

## Реферат

Дипломный проект 123 страниц, 17 рисунков, 21 таблиц, 52 источников, 2 приложение, 4 листов графического материала.

УСТРОЙСТВО КОНТРОЛЯ, БУКСОВЫЙ УЗЕЛ, ИНФРАКРАСНОЕ ИЗЛУЧЕНИЕ, ПОДВИЖНОЙ СОСТАВ, ТЕПЛОВОЙ РЕЖИМ, БОЛОМЕТР, НАПОЛЬНАЯ КАМЕРА, БЛОК СОПРЯЖЕНИЯ, МИКРОКОНТРОЛЛЕР, АНАЛОГО-ЦИФРОВОЙ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЬ, ТЕМПЕРАТУРА, ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЬ НАПРЯЖЕНИЯ, ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ.

Объектом разработки является устройство для контроля буксовых узлов подвижного состава. Устройство предназначено для применения на железнодорожном транспорте в качестве диагностической аппаратуры, позволяющей выявлять неисправности буксовых узлов подвижного состава. Работа устройства основана на преобразовании энергии инфракрасного излучения буксовых узлов, характеризующей их техническое состояние, распознавание по определенным критериям неисправных букс, передачу и регистрацию информации о наличии и расположении таких букс в поезде.

Цель работы – модернизация устройства контроля типа КТСМ-01, путем проектирования блока управления напольными камерами, внедрение которого позволит обеспечить дальнейшую работоспособность устройства и расширить его функциональные возможности.

В результате работы был разработан микроконтроллерный блок управления, позволивший обеспечить совместную работу аппаратных средств устройства КТСМ-01 и напольных камер ДИСК-Б.

Достигнутые технико-эксплуатационные показатели: высокая точность поддержания температуры внутри напольных камер и возможность ее контроля без использования дополнительных приборов.

Степень внедрения: проведена модернизация 10 устройств контроля КТСМ-01 Анжерской дистанции сигнализации и связи. Модернизация рекомендована для внедрения на Западно-Сибирской железной дороге.

Дипломный проект выполнен в текстовом редакторе MS Word 2007, с использованием программ Corel Draw X5, MS Visio 2007, MathCAD 2014, SPLAN5.0 и представлен в распечатанном виде на листах формата A4.

## Глоссарий

**автоматизированная система (АС):** это комплекс аппаратных и программных средств, предназначенный для управления различными процессами в рамках технологического процесса. Термин автоматизированная, в отличие от термина автоматическая подчеркивает сохранение за человеком—оператором некоторых функций, либо наиболее общего, целеполагающего характера, либо не поддающихся автоматизации;

**интерфейс (RS–232C, RS–422, RS–485, CAN):** это совокупность средств (программных, технических, лингвистических) и правил для обеспечения взаимодействия между различными программными системами, между техническими устройствами или между пользователем и системой;

**видеокадр:** это область экрана, которая служит для отображения мнемосхем, трендов, табличных форм, окон управления, журналов и т.п.;

**мнемосхема:** это представление технологической схемы в упрощенном виде на экране АРМ;

**мнемознак (мнемосимвол):** это представление объекта управления или технологического параметра (или их совокупности) на экране АРМ.

**интерфейс оператора:** это совокупность аппаратно—программных компонентов АСУ ТП, обеспечивающих взаимодействие пользователя с системой;

**профиль АС:** Понятие «профиль» определяется как подмножество и/или комбинации базовых стандартов информационных технологий и общепринятых в международной практике фирменных решений (Windows, Unix, MacOS), необходимых для реализации требуемых наборов функций АС. Для определения места и роли каждого базового стандарта в профиле требуется концептуальная модель. Такая модель, называемая OSE/RM (Open System Environment/Reference Model), предложена в ГОСТ Р ИСО МЭК ТО 10000–3–99

**протокол (CAN, OSI, ProfiBus, Modbus, HART, Profibus DP, Modbus RTU, Modbus +, CAN, DeviceNet):** это набор правил, позволяющий осуществлять



соединение и обмен данными между двумя и более включёнными в соединение программируемыми устройствами;

**техническое задание на АС (ТЗ):** Утвержденный в установленном порядке документ, определяющий цели, требования и основные исходные данные, необходимые для разработки автоматизированной системы;

**технологический процесс (ТП):** последовательность технологических операций, необходимых для выполнения определенного вида работ. Технологический процесс состоит из рабочих операций, которые в свою очередь складываются из рабочих движений (приемов);

**СУБД:** Система управления базами данных это – совокупность программных и языковых средств, предназначенных для управления данными в базе данных, ведения базы данных, обеспечения многопользовательского доступа к данным;

**архитектура АС:** Архитектура автоматизированной системы – это набор значимых решений по организации системы программного обеспечения, набор структурных элементов и их интерфейсов, при помощи которых komponуется АС;

**ФЮРА. 425280:** код организации разработчика проекта (ТПУ); 425280 это – код классификационной характеристики проектной продукции по ГОСТ 3.1201–85 (в соответствии с шестизначный классификационной характеристикой ОКП этот код означает программно–технические комплексы для распределенного автоматизированного управления технологическим объектом, многофункциональные);

**ОРС–сервер:** это программный комплекс, предназначенный для автоматизированного сбора технологических данных с объектов и предоставления этих данных системам диспетчеризации по протоколам стандарта ОРС;

**объект управления:** обобщающий термин кибернетики и теории автоматического управления, обозначающий устройство или динамический процесс, управление поведением которого является целью создания системы автоматического управления;

**программируемый логический контроллер (ПЛК):** специализированное компьютеризированное устройство, используемое для автоматизации технологических процессов. В отличие от компьютеров общего назначения, ПЛК имеют развитые устройства ввода–вывода сигналов датчиков и исполнительных механизмов, приспособлены для длительной работы без серьёзного обслуживания, а также для работы в неблагоприятных условиях окружающей среды. ПЛК являются устройствами реального времени;

**диспетчерский пункт (ДП):** центр системы диспетчерского управления, где сосредоточивается информация о состоянии производства;

**автоматизированное рабочее место (АРМ):** программно–технический комплекс, предназначенный для автоматизации деятельности определенного вида. При разработке АРМ для управления технологическим оборудованием как правило используют SCADA–системы;

**тег:** метка как ключевое слово, в более узком применении идентификатор для категоризации, описания, поиска данных и задания внутренней структуры;

## Обозначения и сокращения

**OSI(OpenSystemsInterconnection):** эталонная модель взаимодействия открытых информационных систем;

**PLC (Programmable Logic Controllers):** программируемые логические контроллеры (ПЛК);

**HMI (Human Machine Interface):** человеко–машинный интерфейс;

**OSE/RM (Open System Environment Reference Model):** базовая модель среды открытых систем;

**API (Application Program Interface):** интерфейс прикладных программ;

**EEI (External Environment Interface):** интерфейс внешнего окружения;

**OPC (Object Protocol Control):** OLE для управления процессами;

**OLE (Object Linking and Embedding):** протокол, определяющий взаимоотношение объектов различных прикладных программ при их компоновке в единый объект/документ;

**SNMP (Simple Network Management Protocol):** протокол управления сетями связи на основе архитектуры TCP/IP;

**IP (International Protection):** степень защиты;

**LAD (Ladder Diagram):** язык релейной (лестничной) логики;

**ППЗУ:** программируемое постоянное запоминающее устройство;

**АЦП:** аналого–цифровой преобразователь;

**ЦАП:** цифро–аналоговый преобразователь;

**МККТТ:** международный консультативный комитет по телефонии и телеграфии;

**ДТ:** датчик температуры;

**МУ:** масштабирующий усилитель;

**ЭМ:** электромагнит заслонки напольной камеры;

**КУ:** коммутирующее устройство;

**ЭК:** электронный ключ управления ЭМ.

## Содержание

Введение .....	14
1 Техническое задание .....	17
1.1 Буксовый узел как объект контроля .....	17
1.1.1 Конструкция буксового узла.....	17
1.1.2 Тепловой режим буксового узла.....	18
1.1.3 Физические основы контроля буксовых узлов методами инфракрасной техники .....	20
1.2 Общие сведения по аппаратурному контролю буксовых узлов .....	22
1.3 Анализ существующих устройств контроля и обоснование предложенного варианта модернизации .....	25
1.4 Обобщенная структурная схема устройства контроля.....	28
1.5 Требования к блоку управления .....	32
2 Системно-алгоритмическое проектирование микроконтроллерного блока ...	36
2.1 Разработка структурной схемы блока управления .....	36
2.2 Выбор и описание особенностей микроконтроллера .....	38
2.3 Разработка функциональной схемы блока управления.....	41
3 Разработка программного обеспечения .....	48
3.1 Разработка общей блок-схемы алгоритма работы микроконтроллера.....	48
3.2 Разработка блок-схем алгоритмов работы подпрограмм.....	52
3.3 Формирование листинга прикладной программы .....	58
4 Оценка коммерческого потенциала и перспективности проведения научных исследований с позиции ресурсоэффективности .....	61
4.1 Организация и планирование работ по разработке темы проекта.....	61
4.1.1 Продолжительность этапов работ .....	62
4.1.2 Техническая готовность темы .....	64
4.1.3 Календарный план-график.....	65
4.2 Расчет сметы затрат на создание АСУ ТП .....	67
4.2.1 Расчет затрат на материалы .....	67
4.2.2 Расчет заработной платы.....	67
4.2.3 Расчет отчислений от заработной платы.....	68
4.2.4 Расчет затрат на электроэнергию .....	69
4.2.5 Расчет амортизационных расходов .....	70
4.2.6 Расчет прочих расходов .....	71
4.2.7 Расчет общей себестоимости разработки.....	71

4.3 Оценка научно-технического уровня .....	72
4.4 Расчёт показателей экономической эффективности проекта .....	75
5 Социальная ответственность .....	82
5.1 Производственная безопасность .....	83
5.1.1 Техника безопасности .....	83
5.1.2 Электробезопасность.....	85
5.1.3 Производственная санитария.....	87
5.1.4 Шум.....	88
5.1.5 Отклонение показателей микроклимата .....	89
5.1.6 Освещенность .....	91
5.2 Экологическая безопасность .....	92
5.2.1 Охрана литосферы .....	92
5.3 Безопасность в чрезвычайных ситуациях .....	94
5.3.1 Оценка пожарной безопасности и мероприятий по устранению и предупреждению пожаров .....	94
5.4 Организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны .....	96
Заключение .....	98
Список используемых источников.....	99
Приложение А .....	103
Приложение Б.....	119

## Введение

На протяжении последних тридцати лет на железнодорожном транспорте интенсивно развивается перспективное направление вагонной автоматики – контроль и диагностика технического состояния подвижного состава при движении поезда. Обеспечение высокого уровня эксплуатационной надежности подвижного состава и безопасности движения поездов – важнейшие условия повышения эффективности и качества работы железнодорожного транспорта [ 29 ]. Особенно сегодня, в период реформирования отрасли, идет непрерывная интенсификация перевозочного процесса, которая выражается в удлинении участков безостановочного следования поездов, увеличения скорости движения и нагрузки на ось, а также значительный износ парка вагонов, все это влечет за собой увеличение числа отказов ходовых частей подвижного состава и, в первую очередь, вагонных букс.

Автоматизированные системы контроля технического состояния подвижного состава позволяют:

- своевременно выявить и устранить появляющиеся в процессе эксплуатации неисправности ходовых частей подвижного состава и тем самым предупредить возникновение необратимых отказов, способных привести к авариям и крушениям;
- увеличить скорости движения поездов;
- сократить затраты времени на техническое обслуживание составов;
- увеличить расстояния безостановочного пробега поездов без технического обслуживания вагонов.

За прошедший период на сети дорог Российской Федерации эксплуатировалось несколько отечественных систем обнаружения перегретых букс, из которых наиболее широкое распространение получили аппаратура ПОНАБ-3 (реализованная на транзисторной элементной базе) и ДИСК-БТ (реализованная на интегральных микросхемах малой и средней степени интеграции). Уже в середине 2000-х годов было ясно, что данная аппаратура во многом не отвечает современным требованиям, и устарела как морально, так и физически.

С 2010 года начата поэтапная модернизация указанной выше аппаратуры, путем внедрения микропроцессорного комплекса технических средств модернизации КТСМ-01 и КТСМ-01Д разработанного ЗАО НПЦ «ИНФОТЭКС» г. Екатеринбург, который полностью заменил всю аппаратную

часть ПОНАБ-3 и ДИСК-БТ соответственно, но силовое и напольное оборудование (датчики) осталось прежним. Причем первоначально планировалось, что в последствии будет проведена последующая замена старого напольного оборудования. Но на этом модернизация устройств КТСМ-01(01Д) остановилась, так как дальнейшие усилия ЗАО НПЦ «ИНФОТЭКС» были направлены на проектирование принципиально нового устройства, напольное оборудование которого уже не поддерживается аппаратной частью устройств КТСМ-01(01Д).

В итоге, начиная со второй половины 2012 года, был начат опытный (пробный) выпуск нового поколения устройств контроля буксовых узлов КТСМ-02, которое уже не является средством модернизации, а представляет собой самостоятельное устройство, причем одно из главных достоинств которого - наличие принципиально нового напольного оборудования. Но промышленное производство данного устройства рассматривается только в ближайшей перспективе. При этом железным дорогам придется приобретать полностью весь комплект устройство КТСМ-02, а аппаратная часть устройств КТСМ-01 отработавшая 2-3 года и вполне соответствующая сегодняшним требованиям останется не используемой, это вновь потребует значительных финансовых вложений и экономически не выгодно железным дорогам.

В результате, на сегодняшний день только на участке обслуживания Анжерской дистанции сигнализации и связи в эксплуатации находятся 26 устройств контроля буксовых узлов, из которых 10 устройства КТСМ-01. Напольное оборудование, которых физически изношено, так как проработало в среднем по участку 18 лет, что составляет 2,2 нормативного срока эксплуатации. При этом напольные камеры и предварительные усилители к ним сняты с производства с 1996 года, в связи, с чем отсутствует резерв и возможность обеспечить требуемую работоспособность данных устройств.

Аналогичная ситуация сложилась как на Западно-Сибирской железной дороге - 118 устройств КТСМ-01, так и в целом по сети дорог РФ - 1115 устройств КТСМ-01, данные 2014 год [ 31 ].

На сегодняшний день реальных выходов из сложившегося положения два:

- приобретение и установка устройства КТСМ-01Д совместно с напольными камерами устройства ДИСК-Б, которые промышленно

выпускаются ПО «ОКТЯБРЬ» (г. Каменск-Уральский) и Санкт-Петербургским Электротехническим Зааводом;

- модернизация устройства КТСМ-01, путем разработки схемотехнических решений позволяющих обеспечить совместную работу аппаратных средств устройства КТСМ-01, силового щита устройства ПОНАБ-3 и напольных камер ДИСК-Б.



# 1 Техническое задание

## 1.1 Буксовый узел как объект контроля

### 1.1.1 Конструкция буксового узла

Буксовый узел – один из ответственных узлов ходовых частей подвижного состава – служит для передачи давления от веса подвижной единицы на шейку оси колесной пары и ограничения продольного и поперечного перемещений колесной пары относительно кузова и тележки.

По типу подшипника буксовые узлы подразделяются на роликовые буксы (трения качения) и буксы скольжения.

В настоящее время на сети дорог РФ эксплуатируются только буксовые узлы с подшипниками трения качения, они экономичны и надежны, однако в большей степени подвержены разрушению при ударных воздействиях.

Основными конструктивными элементами буксового узла являются подшипник и корпус. Корпус буксы, кроме ограничения перемещения колесных пар вдоль и поперек подвижной единицы, защищает шейку оси и элементы подшипника от грязи и атмосферных воздействий, а также служит резервуаром для смазки. Букса с цилиндрическими роликовыми подшипниками (изображена на рисунке 1.1) имеет передний 4 и задний 5 подшипники, посаженные на шейку оси 7 вплотную друг к другу, что уменьшает габаритные размеры буксы и снижает напряжения в шейке оси.

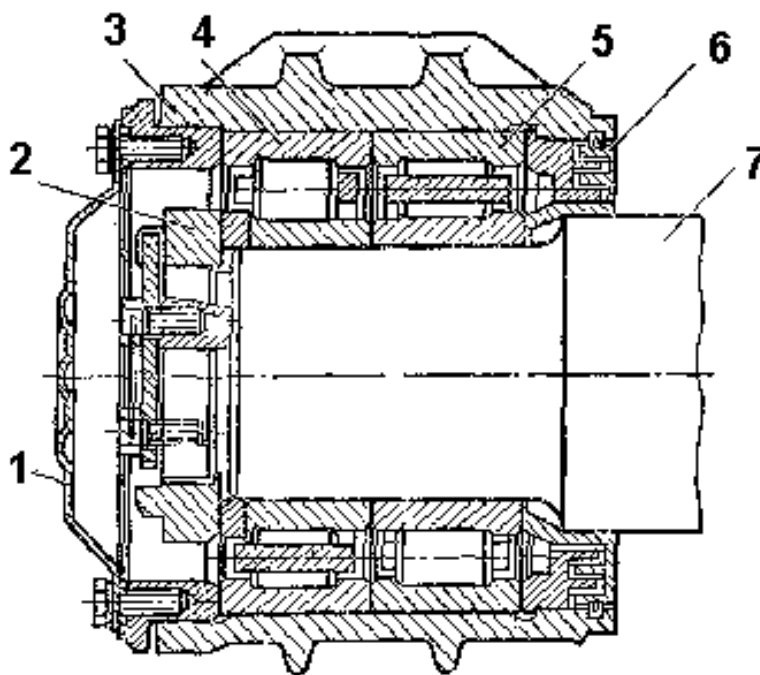


Рисунок 1.1 - Роликовый буксовый узел.

Задний подшипник имеет однобортное внутреннее кольцо, а у переднего роль борта выполняет плоское приставное упорное кольцо. Посадка внутренних колец подшипника на шейку оси производится с натягом. Торцовое крепление переднего подшипника осуществлено гайкой 2. Корпус буксы 3 уплотняется за счет четырехкамерного лабиринтного уплотнения 6 и смотровой крышки 1.

Нагрев буксовых подшипников возникает вследствие трения качения роликов по кольцам, трения смазки о детали подшипников и трения скольжения торцов роликов о борта колец. Наиболее высокую температуру имеют ролики и сепараторы, затем внутренние и наружные кольца, корпус буксы и ступица колеса. Различный эксплуатационный нагрев элементов подшипников вызывает температурные деформации, которые, уменьшая рабочие зазоры, что приводит к заклиниванию роликов между кольцами и разрушению буксового узла. Поэтому температура буксового узла является важнейшим критерием, характеризующим его техническое состояние.

### 1.1.2 Тепловой режим буксового узла

Работоспособность буксовых узлов определяется главным образом температурой нагрева подшипников и шейки оси.

Тепло, выделяющееся во время работы подшипников,  $dQ_{\text{выд}}$  расходуется на нагрев буксового узла и сопряженных с ним элементов колесной пары  $dQ_{\text{нагр}}$ , а часть его отводится через наружные поверхности буксы, оси и колеса в окружающую среду  $dQ_{\text{отв}}$ .

Уравнение теплового баланса для нестационарного режима теплопередачи буксы [ 1 ] :

$$dQ_{\text{выд}} = dQ_{\text{нагр}} + dQ_{\text{отв}}, \quad (1.1)$$

где  $dQ_{\text{выд}}$  - тепло, выделяющееся во время работы подшипников, Дж;

$dQ_{\text{нагр}}$  - тепло, расходуемое на нагрев буксового узла и сопряженных с ним элементов колесной пары, Дж;

$dQ_{\text{отв}}$  - тепло, отводимое через наружные поверхности буксы, оси и колеса в окружающую среду, Дж.

Количество тепла  $dQ_{\text{выд}}$ , выделяющегося в подшипниках в результате сил трения:

$$dQ_{\text{выд}} = P_{\text{б}} f_{\text{пр}} \frac{D_n}{D_k} V_n d\tau, \quad (1.2)$$

где  $P_{\text{б}}$  - нагрузка на буксу, Н;

$f_{\text{пр}}$  - приведенный коэффициент трения ;

$D_n$  - диаметр подшипника ( диаметр центров роликов);

$D_k$  - диаметр колеса, м;

$V_n$  - скорость поезда, м/с ;

$d\tau$  - время работы подшипников, с.

Количество тепла, расходуемого на нагревание смазки, деталей буксового узла и элементов колесной пары:

$$dQ_{\text{нагр}} = \sum_{i=1}^n C_i p_i dT_i, \quad (1.3)$$

где  $C_i$  - удельная теплоемкость смазки [ Дж / (кг К) ] деталей буксового узла, элементов оси и колеса массой  $p_i$ , кг ;

$dT_i$  - изменение температуры смазки, деталей буксового узла и элементов колесной пары, К; ( $T_i = 273 + t_i$  °С) .

Количество тепла, отведенное через наружные поверхности буксы, оси и колеса в окружающую среду:

$$dQ_{\text{отв}} = \sum_{i=1}^n a_i F_i (T_i - T_{\text{нв}}) d\tau, \quad (1.4)$$

где  $a_i$ ,  $F_i$  - коэффициенты теплопередачи, Вт/(м<sup>2</sup> К) с площади наружных поверхностей элементов, м<sup>2</sup> ;

$T_i$  - температура наружных поверхностей, К;

$T_{\text{нв}}$  - температура наружного воздуха, К.

Подставив (1.2) , (1.3) и (1.4) в уравнение теплового баланса (1.1), после преобразований получим:

$$\frac{dT_i}{d\tau} = \frac{P_{\text{б}} V_n D_n f_{\text{нр}}}{D_{\text{к}} \sum_{i=1}^n C_i P_i} - \frac{\sum_{i=1}^n a_i F_i (T_i - T_{\text{нв}})}{\sum_{i=1}^n C_i P_i} \quad (1.5)$$

Из выражения (1.5) видно, что увеличение температуры элементов буксового узла, оси и колеса за единицу времени  $d\tau$  прямо пропорционально нагрузке на буксу, скорости движения поезда, коэффициенту трения в подшипниках и обратно пропорционально полной теплоемкости нагреваемых тел  $C = \sum_{i=1}^n C_i P_i$ , при этом, чем больше охлаждающая способность среды ( $T_i - T_{\text{нв}}$ ), теплопередача и площадь наружных поверхностей корпусов букс, элементов оси и колеса, тем ниже их температура нагрева.

### 1.1.3 Физические основы контроля буксовых узлов методами инфракрасной техники.

Контроль буксовых узлов методами инфракрасной (ИК) техники основан на том, что любое тело, температура которого отлична от абсолютного нуля, испускает во внешнюю среду тепловое излучение. ИК-излучение является частью оптического излучения и занимает в спектре электромагнитных колебаний диапазон длин волн от 0,76 до 1000 мкм. Инфракрасную область спектра принято делить на 4 части: ближнюю ( $\lambda = 0,76-3$  мкм), среднюю ( $\lambda = 3-6$  мкм), дальнюю ( $\lambda = 6-15$  мкм) и сверхдальнюю ( $\lambda = 15-1000$  мкм) [18].

Распределение интенсивности излучения по спектру для абсолютно черного тела определяется законом Планка [ 3 ]:

$$r(\lambda, T) = \frac{C_1}{\lambda^5} \cdot \frac{1}{\exp\left(\frac{C_2}{\lambda T}\right) - 1}, \quad (1.6)$$

где  $r(\lambda, T)$  – спектральная интенсивность плотности излучения, Вт/см<sup>3</sup>;

$T$  – абсолютная температура тела, К;

$\lambda$  - длина волны, см;

$C_1 = 3,74 \cdot 10^{-12}$  Вт см<sup>2</sup>,  $C_2 = 1,438$  см К – постоянные коэффициенты.

Зависимость  $r(\lambda, T)$  от длины волны для абсолютно черного тела при разных температурах показана на рисунке 1.2.

Поскольку абсолютно черных тел в природе не существует, то все реальные тела называются нечерными или серыми. Излучательная способность серых тел, характеризуется степенью черноты, или коэффициентом излучения  $\epsilon$ , показывающим, во сколько раз плотность излучения серого тела меньше плотности излучения абсолютно черного тела.

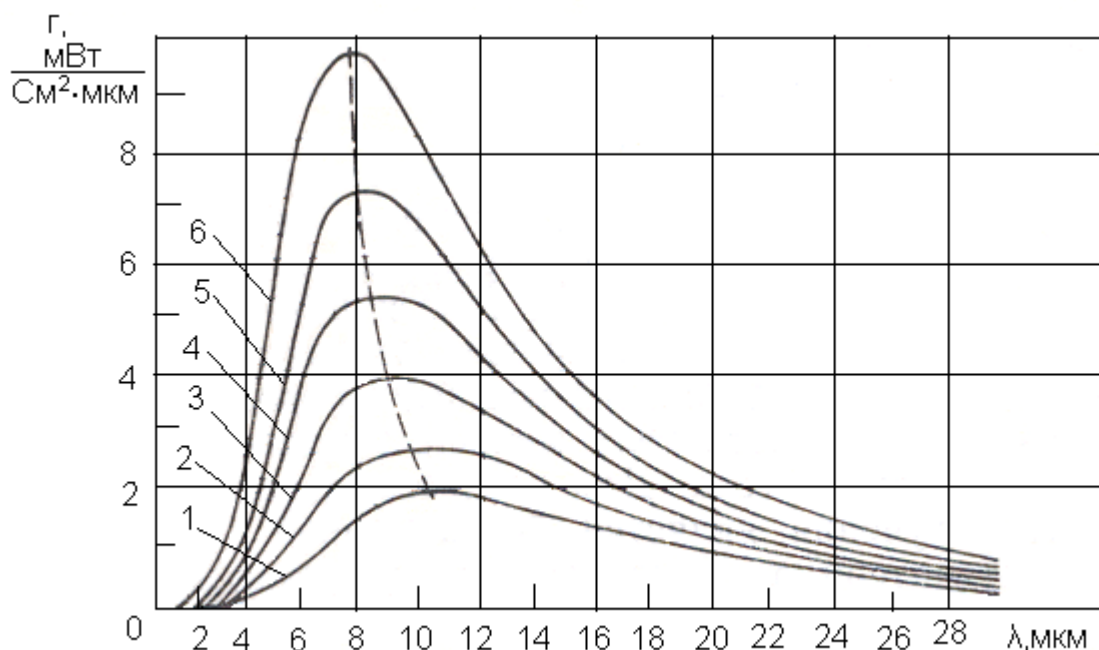


Рисунок 1.2 - Спектральная интенсивность ИК-излучения абсолютно черного тела, нагретого до температуры:

1 - 0°C; 2 - 20°C; 3 - 40°C; 4 - 60°C; 5 - 80°C; 6 - 100°C.

Как видно из приведенных кривых, спектральная плотность излучения всегда тем больше, чем больше температура тела. Длина волны  $\lambda_{\text{мах}}$ , при которой наблюдается максимальное излучение, уменьшается с ростом температуры.

В области теории фиксации теплового излучения выделяют два диапазона длин волн из средней и дальней инфракрасной области -  $3 \div 5,5$  мкм и  $7 \div 14$  мкм, соответствующие областям прозрачности атмосферы [45], поэтому область спектральной чувствительности теплового приемника должна охватывать всю дальнюю часть спектра, т.е.  $6 \div 15$  мкм.

Суммарная плотность излучения для реальных тел, т.е. плотность излучения во всем диапазоне длин волн, определяется по закону Стефана-Больцмана [ 3 ]:

$$R(T) = \varepsilon \sigma T^4, \quad (1.7)$$

где  $\varepsilon$  – коэффициент излучения;

$\sigma = 5,67 \cdot 10^{-8} \text{ Вт/}(\text{ м}^2 \text{ К}^4)$  – постоянная Стефана- Больцмана.

В [ 1 ] приводятся расчеты, связанные с определением характеристик ИК-излучения букс, обоснование выбора приемника ИК-излучения букс, а также влияние различных факторов на мощность этого излучения. Воспользуемся выводами, сделанными в [ 1 ]:

- основными факторами, влияющими на мощность ИК-излучения букс, является солнечная радиация, климатические факторы (температура, осадки, состояние атмосферы и др.), а также состояние поверхности корпусов букс;
- в качестве приемников ИК-излучения букс наиболее подходящими являются болометры с равномерной областью спектральной чувствительности  $1,7 \div 15 \text{ мкм}$ ;
- приемник ИК-излучения должен реагировать на превышение мощности излучения корпуса буксы над мощностью излучения днища вагона (или рамы), принятого за эталон, и на которое до начала измерения был сориентирован приемник излучения, причем температура «эталона» должна быть пропорциональна или равна температуре окружающего воздуха.

## **1.2 Общие сведения по аппаратурному контролю буксовых узлов**

Основным методом контроля исправного состояния узлов вагонов является визуальный осмотр, который тщательно проводится через каждые 300-500 км при полной остановке поезда, а через 70-100 км осмотр проводится «сходу» (без остановки на станции). Также в пути следования исправность вагонов (в частности, буксовых узлов) контролируют локомотивная бригада, дежурные по станции и другие линейные работники. Существующие визуальные методы контроля буксовых узлов не удовлетворяют современным требованиям эксплуатации из-за их низкой эффективности. Действительно, при визуальном контроле по характерным внешним признакам можно обнаружить только явные отказы, определить неисправные буксы, особенно на ранней стадии их нагрева, значительно трудней. Еще более усложняется задача

визуального обнаружения неисправных букс на ходу поезда в сложных климатических условиях или ночью.

Стремление преодолеть недостатки традиционных методов визуального контроля букс на ходу поезда привело к разработке аппаратных методов контроля букс. Работы в этом направлении на железных дорогах были начаты в 60-х годах прошлого столетия и развивались в направлении создания средств индивидуального и группового контроля букс.

Устройства индивидуального контроля букс расположены в каждом буксовом узле и сигнализируют о его неисправности, в качестве датчиков используются различные тепловые индикаторы (термоплавкие вставки, дымовые шашки, термопары и т.п.). К достоинствам индивидуальных средств контроля следует отнести их простоту, непрерывность контроля, но в силу малой эффективности эти средства не нашли широкого распространения.

В настоящее время индивидуальными средствами контроля букс, как в нашей стране, так и за рубежом оборудованы пассажирские вагоны.

Более широко применяются методы группового контроля букс, суть которых сводится к тому, что устройства контроля размещаются в дискретных точках пути и последовательно бесконтактно контролируют буксы всех проходящих поездов.

Из устройств группового контроля буксовых узлов наибольшее распространение в мировой практике нашли устройства, основанные на преобразовании энергии инфракрасного излучения букс, характеризующей техническое состояние подшипников буксовых узлов, распознавание по определенным критериям неисправных букс, передачу и регистрацию информации о наличии и расположении таких букс в поезде.

Устройства контроля буксовых узлов, как правило, устанавливаются на перегонах перед станциями, для того чтобы задержки поездов по показаниям устройств контроля оказывали наименьшее влияние на выполнение графика движения поездов, а обнаруженные неисправности буксовых узлов могли быть устранены в кратчайший срок.

На рисунке 1.3 представлена типовая схема размещения устройств контроля.

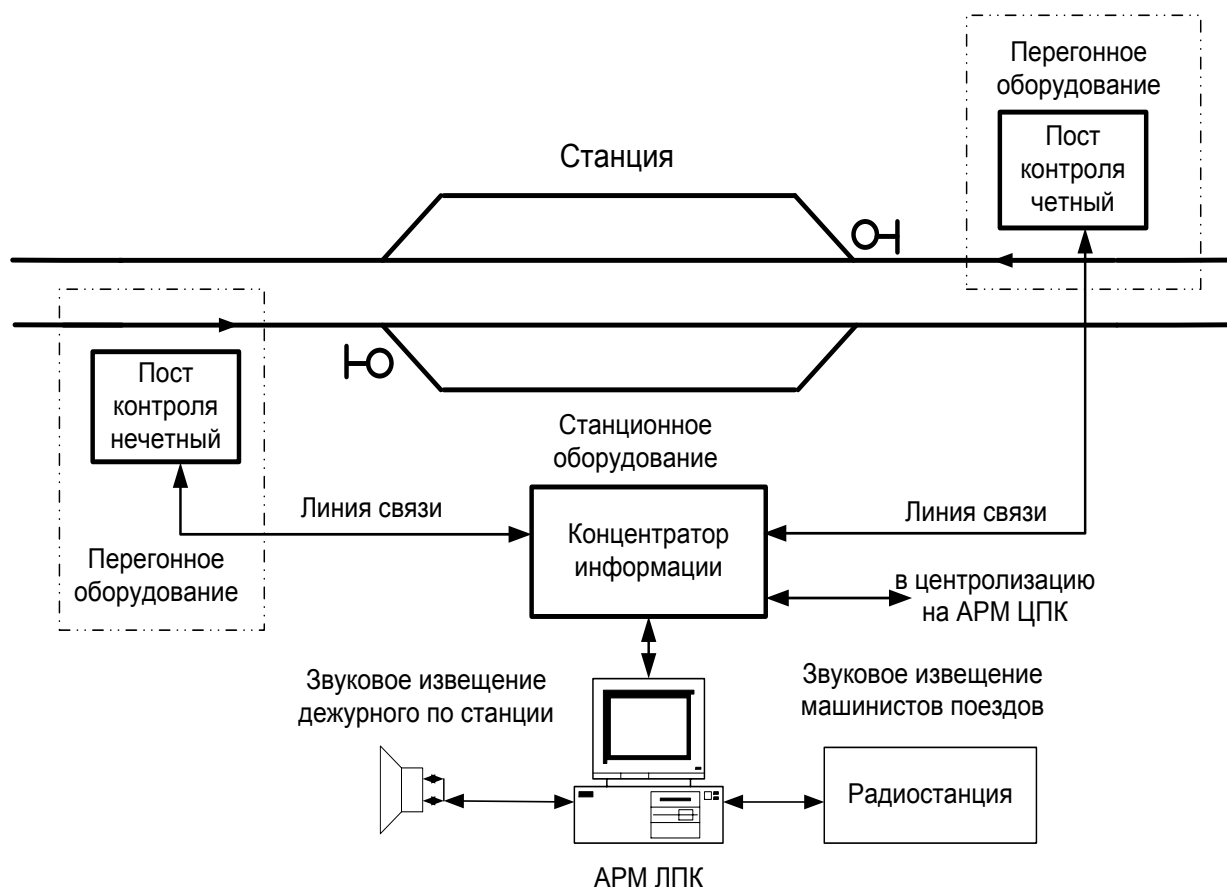


Рисунок 1.3 - Типовая схема размещения устройств контроля.

Устройства контроля включает в себя перегонное и станционное оборудование, соединенное между собой кабельной линией связи. Перегонное оборудование, в свою очередь, подразделяется на напольное и постовое, а станционное оборудование на регистрирующее и сигнализирующее.

Напольное оборудование (датчики) устройства контроля устанавливается непосредственно на железнодорожном пути и предназначено для считывания информации с подвижного состава. Постовое оборудование управляет напольным и производит предварительную обработку информации считанной с подвижного состава (размещается в специальном помещении в непосредственной близости от напольного).

После предварительной обработки сигналов устройствами постового оборудования информация о состоянии проконтролированного подвижного состава передается станционному регистрирующему и сигнализирующему оборудованию для полной обработки и визуализации информации считанной с подвижного состава.



При этом регистрируются данные о наличии, месте расположения в поезде неисправных подвижных единиц, месте расположения неисправных узлов в подвижных единицах, степени аварийности выявленных неисправностей и ряд вспомогательных данных (общее количество подвижных единиц в поезде, количество неисправных подвижных единиц, время начала и окончания контроля, результаты диагностики, тип подвижной единицы, скорости движения по участку контроля).

В момент обнаружения средствами контроля неисправных подвижных единиц станционным оборудованием выдаются соответствующие звуковые и световые сигналы тревоги для дежурного персонала станции и автоматически с помощью радиостанции передаются для извещения машиниста поезда.

В зависимости от степени аварийности, вида неисправности подвижного состава выдаются сигналы тревоги предаварийного уровня «Тревога-0» (не требуется остановка поезда), аварийного уровня «Тревога-1» (требуется остановка поезда на станции) и критического уровня «Тревога-2» (требуется немедленная остановка поезда на перегоне).

### **1.3. Анализ существующих устройств контроля и обоснование предложенного варианта модернизации**

В настоящее время на Западно-Сибирской железной дороге эксплуатируется 283 устройства контроля буксовых узлов, в том числе 118 единиц КТСМ-01, 86 единиц ДИСК-Б, 77 единиц КТСМ-01Д, 2 единицы КТСМ-02 (опытная эксплуатация). Так как устройство КТСМ-02 находится в стадии опытной эксплуатации и доработки и промышленно не выпускается, проведем сравнительный анализ основных технических характеристик устройств контроля ДИСК-Б, КТСМ-01 (модернизированный ПОНАБ-3), КТСМ-01Д (модернизированный ДИСК-Б).

В таблице 1.1 приведены основные технические характеристики указанных выше устройств контроля.

Таблица 1.1 - Технические характеристики устройств контроля.

Технические характеристики	ДИСК-БТ	КТСМ-01	КТСМ-01Д

1. Диапазон скоростей движения контролируемых поездов, км/ч	5-125	5-150	5-150
2. Общая потребляемая мощность, ВА, из этого:	2000	910	1530
напольное оборудование	1200	600	1200
постовое оборудование	150	60	80
станционное оборудование	650	250	250
3. Выявляемость перегретых букс, %:			
с температурой >35 град.С	80	85-90	85-90
с температурой > 70 град.С	90	92-97	92-97
4. Объем фиксируемых данных:			
дата и время начала и окончания контроля поезда	час/мин/сек .	чис/мес/год час/мин/сек .	чис/мес/год час/мин/сек .
общее количество вагонов в поезде	до 399	200	200
количество информационных блоков в режиме хранения	Режим хранения отсутствует	не менее 200	не менее 200
количество неисправных осей в вагоне	до 4	до 32	до 32
количество уровней квантования теплового сигнала	до 39	до 70	до 70
указание стороны поезда	имеется	имеется	имеется
5. Измерение скорости движения поезда	нет	имеется	имеется
6. Наличие защиты от сбоев счета осей и вагонов	нет	имеется	имеется
7. Наличие встроенного речевого информатора	отсутствует	имеется	имеется
8. Возможность включения в систему централизованного	нет	имеется	имеется

контроля			
9. Комплектация устройств:			
9.1 Напольные камеры:			
основные количество/тип	2 / ДИСК-Б	2 / ПОНАБ-3	2 / ДИСК-Б
вспомогательн. количество/тип	2 / ДИСК-Б	нет	2 / ДИСК-Б
9.2 Используемый силовой щит	ДИСК-Б	ПОНАБ-3	ДИСК-Б
10. Способ обработки информации	"жесткая логика "	ЭВМ, ПО	ЭВМ, ПО
11. Наличие резерва напольных камер	имеется	нет	имеется
12. Возможность контроля температуры внутри напольных камер без дополнительных приборов	нет	нет	нет
13. Срок эксплуатации оборудования фактический/нормативный, год:			
напольное	5,2/10	18/8	1,5/10
постовое и стационарное	5,2/10	2,8/10	1,5/10

Анализ основных технических характеристик устройств контроля показывает:

- устройства КТСМ-01Д и КТСМ-01 обладают лучшими технико-эксплуатационными показателями по сравнению с устройством ДИСК-Б: меньшей потребляемой мощностью п.2, более высоким процентом выявляемости п.3, расширенными функциональными возможностями п.5-8, большим объемом фиксируемых данных п.4;
- устройство КТСМ-01 уступает КТСМ-01Д только отсутствием вспомогательных напольных камер, которые предназначены для выявления заторможенных колесных пар (их наличие обязательно только в составе устройств расположенных перед узловыми станциями);
- фактический срок эксплуатации напольного оборудования устройств КТСМ-01 составляет 18 лет, что в 2,2 раза превышает нормативный, при этом данное напольное оборудование с промышленного производства

снято;

- недостатком всех существующих устройств контроля является отсутствие возможности контроля температуры внутри напольных камер без использования дополнительных приборов (обоснование значения и необходимости реализации данной функции изложено в п.1.5).

Следовательно, проведение модернизации устройства КТСМ-01, путем разработки блока сопряжения данного устройства с силовым щитом аппаратуры ПОНАБ-3 и напольными камерами ДИСК-Б, позволит продолжить его дальнейшую эксплуатацию, причем с улучшенными функциональными возможностями за счет введения дополнительной функции контроля температуры внутри напольных камер.

Технико-экономическое обоснование целесообразности проведения указанной выше модернизации будет изложено в организационно-экономической части проекта.

#### **1.4 Обобщенная структурная схема устройства контроля**

Общее структурное построение устройств контроля уже затрагивалось в пункте 1.2, ниже будет рассмотрена структура и упрощенный алгоритм работы наиболее перспективных сегодня устройств контроля КТСМ-01, КТСМ-01Д с акцентом на те блоки и узлы, которые подлежат замене и модернизации. Принципы схемного построения данных устройств во многом схожи.

На рисунке 1.4 представлена обобщенная структурная схема устройства контроля КТСМ-01.

Напольное оборудование устройств контроля состоит из трех типов датчиков, предназначенных для считывания информации с подвижного состава:

а) датчик наличия поезда (рельсовая цепь наложения) предназначен для определения наличия поезда на участке контроля устройства (обозначен на рисунке 1.4 – ЭП);

б) датчики прохода осей магнитно-электрической системы (ДМ88, ДМ95 и др.), предназначенные для определения порядковых номеров осей и вагонов в контролируемом поезде, определения момента наличия буксовых узлов в зоне обзора оптической системы напольных камер, определения повагонной скорости движения контролируемого поезда и типов подвижных единиц (Д1...Д3);

в) датчики (приемники) инфракрасного излучения (болومتر типа БП-2М) оптическая система которых ориентирована на задние по ходу движения поезда стенки корпусов бокс вагонов и предназначенные для формирования аналоговых электрических сигналов величиной, пропорциональной уровню теплового излучения от корпуса бокс (НКЛев., НКПрав.).

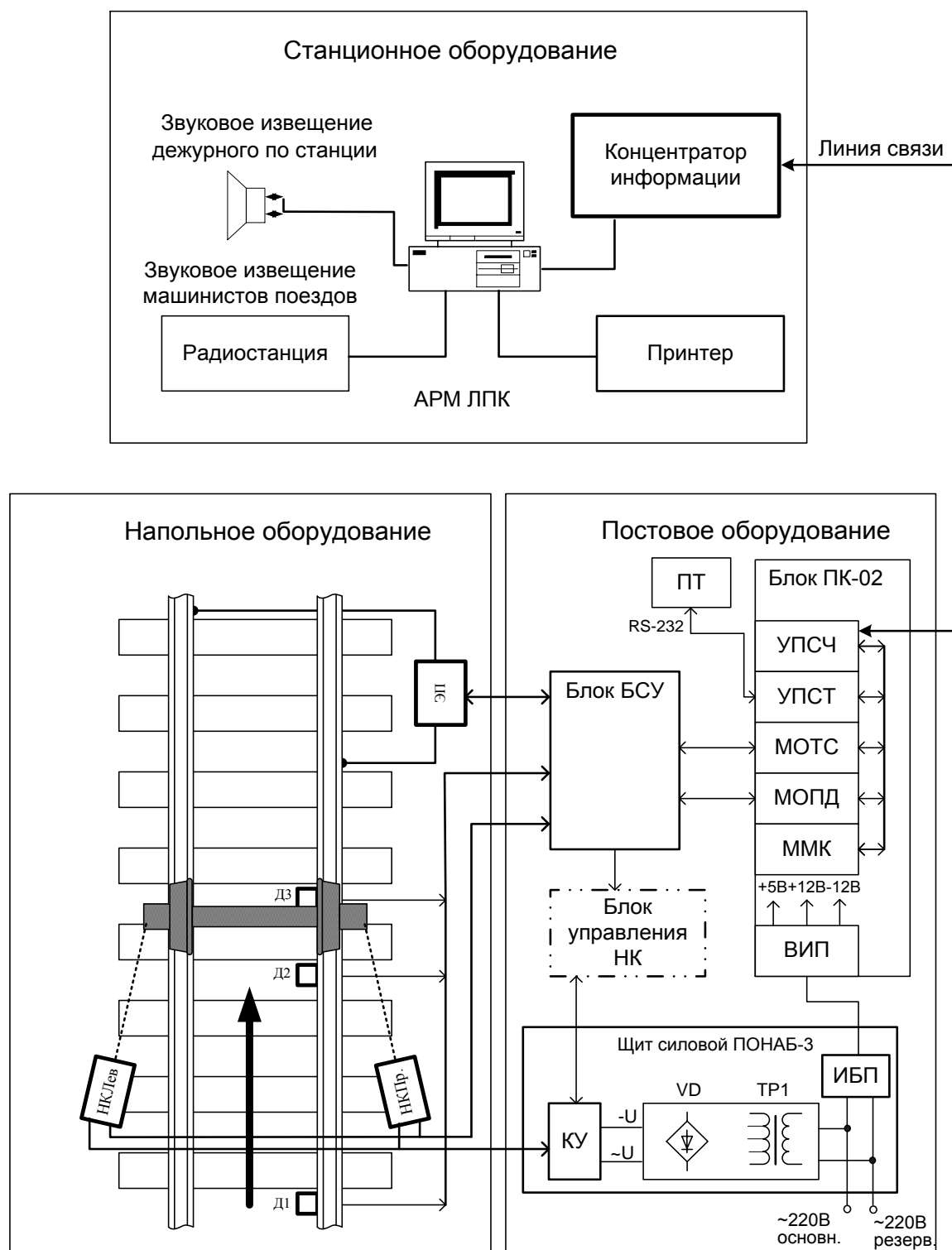


Рисунок 1.4 - Обобщенная структурная схема устройства контроля.

Болометр (приемник инфракрасного излучения) с элементами первичного усиления конструктивно выполнены в виде отдельного блока – предварительного усилителя, который формирует и усиливает аналоговый сигнал до уровня необходимого для передачи постовому оборудованию, расположенному на расстоянии не более 15 метров от приемников ИК-излучения.

Предварительные усилители размещены внутри напольных камер, которые устанавливаются непосредственно с обеих сторон железнодорожного полотна и предназначены для обеспечения необходимых условий эксплуатации и механической защиты предусилителей.

Напольная камера представляет собой утепленный металлический корпус, оборудованный внешними и внутренними электронагревателями. Первые необходимы только в зимний период для предотвращения снежных заносов оптического канала, вторые – для обеспечения требуемого теплового режима эксплуатации предварительного усилителя. Для открытия оптического канала напольная камера оборудована электромагнитной заслонкой, которая открывается в момент наличия поезда на участке контроля.

Конструктивно постовое оборудование состоит из следующих основных частей:

- 1) силового щита;
- 2) блока согласования и управления БСУ;
- 3) периферийного контроллера ПК-02;
- 4) технологического пульта ПТ.

Силовой щит выполняет функции обеспечения бесперебойным питанием устройства, формирование и коммутацию напряжений питания напольных камер (переменные напряжения для цепей обогрева, постоянное - для цепей управления заслонками).

Блок согласования и управления (БСУ) предназначен для согласования входных цепей и цепей управления ПК-02 с выходными цепями и схемами управления силового щита и напольных камер ПОНАБ-3. Помимо согласования БСУ осуществляет дополнительную гальваническую развязку электрических цепей рельсовой цепи наложения и питания предварительных усилителей. Блок содержит источники напряжения плюс минус 12В для питания предварительных усилителей, а также источник напряжения 12В для питания датчика ЭП.

Периферийный контроллер ПК-02 выполняет все «интеллектуальные» функции по обработке сигналов, состоит из модулей:

- модуль микроконтроллера ММК;
- модуль обработки тепловых сигналов МОТС;
- модуль обработки путевых датчиков МОПД;
- устройств передачи сообщений тонального УПСЧ и частотного УПСЧ;
- вторичных источников питания.

При заходе поезда на участок контроля по сигналу от датчика наличия поезда МОПД формирует управляющее напряжение открытия заслонок напольных камер. Затем по сигналам датчиков прохода осей осуществляет отсчет порядковых номеров осей и вагонов, а также определяет моменты начала и окончания прохода в поле зрения приемников ИК-излучения колесных пар вагонов.

Полученную информацию модуль МОПД передает центральному процессору в модуль ММК.

Во время прохода буксовых узлов контролируемого поезда через поле зрения приемников ИК-излучения тепловые сигналы многократно преобразуются в восьмиразрядный двоичный код модулем МОТС и запоминаются в оперативной памяти периферийного контроллера.

После прохода каждого буксового узла центральный процессор периферийного контроллера, расположенный в модуле ММК, производит обработку результатов преобразования по специальному алгоритму и принимает решение о степени аварийности проконтролированных букс, путем сравнения тепловых сигналов от букс контролируемого поезда со значением уставки. Передача информации о проконтролированном вагоне производится только в случае превышения теплового сигнала значения уставки.

Если центральный процессор периферийного контроллера принял решение о необходимости выдачи сообщения о степени аварийности буксы, то он начинает передачу через модуль УПСЧ в линию связи информации о вагоне, в котором обнаружена дефектная букса.

После выхода поезда из зоны действия датчика ЭП периферийный контроллер производит диагностику, путем отработки контрольной программы с имитацией тепловых сигналов и передает в линию связи информацию о проконтролированном поезде и состоянии устройства.

Информация по линии связи поступает на станцию в концентратор информации, а затем на ЭВМ, где в соответствии с программным обеспечением АРМ ЛПКА производится последующая обработка, накопление, отображение и регистрация полученной информации о состоянии буксовых узлов.

В интервалах между поездами обслуживающий персонал может проводить проверку и регулировку оборудования с использованием технологического пульта ПТ.

### 1.5 Требования к блоку управления

Для конкретизации требований к блоку управления напольными камерами проведем сопоставление функциональных узлов напольных камер ПОНАБ-3 и ДИСК-Б и их электрических параметров, которые приведены в таблице 1.2.

Таблица 1.2 – Параметры функциональных узлов напольных камер.

Функциональные узлы	Параметры напольных камер:	
	ПОНАБ-3 (заменяемая)	ДИСК-Б (заменяющая)
1. Внешний обогрев:		
напряжение, В	~ 24	~48
мощность, Вт	2×100	120
2. Внутренний обогрев:		
напряжение, В	~24	~48
мощность, Вт	2×200	240
3. Узел заслонки:		
напряжение открытия, В	24	24
напряжение удержания, В	24	12
длительность открывающего импульса, сек.	-----	2÷4
активное сопротивление электромагнита, Ом	18	20
4. Контроль открытия заслонки	микровыключатель	микровыключатель
5. Датчик включения внутреннего обогрева	Контактный ДТКБ-50	терморезистор СТ1-17-4,7кОм



По данным таблицы 1.2 видно, что для проведения модернизации требуется решить три основные задачи:

- а) разработать блок управления, который должен обеспечивать:
  - поддержание заданной температуры внутри напольных камер с возможностью ее регулирования и выводом текущего значения температуры на индикаторы;
  - экономичное управление узлом заслонки напольных камер, путем формирования напряжения открытия (далее  $U_{откр}$ ) в течение 2÷4 секунд, а затем напряжения удержания (далее  $U_{уд}$ );
  - гальваническую развязку с элементами напольных камер и силового щита;
- б) разработать источник питания блока управления;
- в) обеспечить согласование напряжений и мощностей элементов силового щита ПОНАБ-3, используемых в цепях внешнего и внутреннего обогрева напольных камер.

Особо стоит отметить важность обеспечения стабильной температуры внутри напольных камер. Связано это с существенной зависимостью интегральной чувствительностью болометра от температуры эксплуатации (1,2%/град.С для болометров типа БП-2), которая изображена на рисунке 1.5.

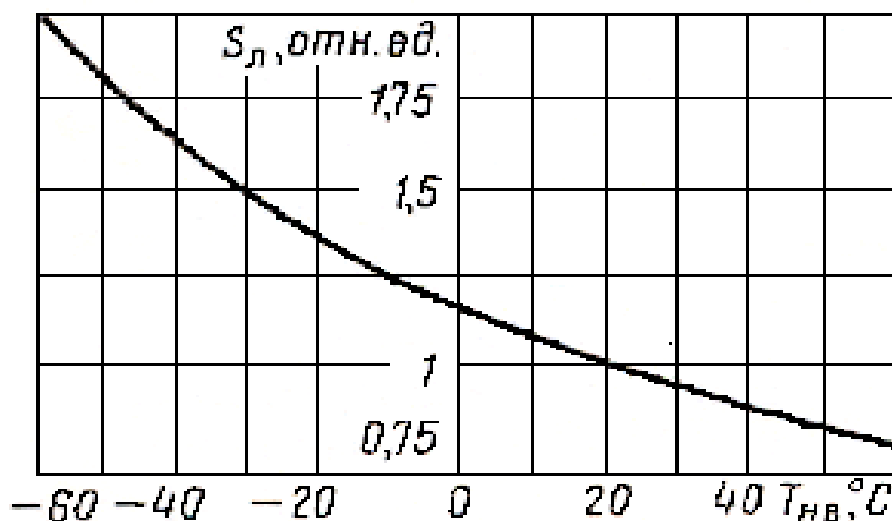


Рисунок 1.5 - Зависимость интегральной чувствительностью болометра от температуры эксплуатации.

Следовательно, изменение температуры внутри напольных камер приводит к искажениям амплитуды тепловых сигналов от буксовых узлов.

Поэтому вывод текущего значения температуры на индикаторы даст возможность обслуживающему персоналу визуально отслеживать диапазон ее изменения, причем без использования дополнительных приборов.

Допустимая температура внутри напольных камер плюс 5...50°C, точность поддержания плюс минус 2°C.

Для устранения влияния температуры окружающей среды на температуру внутри напольных камер ее необходимо поддерживать выше среднесуточной для каждого периода времени года. Согласно требований технологии обслуживания для климатической зоны Западной Сибири температура внутри напольных камер должна быть: в зимний период плюс 15°C, в осенне-весенний плюс 25°C, в летний плюс 35°C.

Причем стабильность этого параметра является ключевым фактором устойчивой работы всего устройства.

Блок управления конструктивно должен представлять собой отдельный блок (на рисунке 1.4 изображен штрихпунктирной линией), включенный между БСУ (блок согласования-управления) и силовым щитом ПОНАБ-3. Корпус блока управления размещен в непосредственной близости от блока БСУ, и оснащен разъёмными соединениями для подключения. На лицевой панели блока должны быть установлены элементы индикации и кнопки ввода, источник питания блока расположен в этом же корпусе.

Питание блока управления целесообразно производить постоянным напряжением силового щита плюс 24В, путем его преобразования с обязательной гальванической развязкой. Это позволит не увеличивать количество элементов и цепей с напряжениями опасными для обслуживающего персонала, а также сократит количество разъёмных соединений, так как для переменного напряжения 220В потребовался бы индивидуальный разъем. Характеристики напряжения силового щита: не стабилизированное (диапазон изменения 24...35В), номинальный ток 5А.

Условия эксплуатации блока управления аналогичны условиям эксплуатации постового оборудования (температура окружающего воздуха от плюс 5 до плюс 50°C).

В качестве датчика температуры внутри напольных камер вместо терморезистора СТ1-17-4,7кОм, включенного по двухпроводной схеме, используем специализированную аналоговую микросхему K1019EM1 (аналог LM236A) [45]. Это позволит существенно увеличить стабильность

поддержания требуемой температуры, хотя и приведет к некоторому удорожанию модернизации.

Анализ электрических параметров напольных камер (данные таблицы 1.2) показывает, что общая потребляемая мощность камеры ПОНАБ-3 составляет 600Вт, ДИСК-Б — 360Вт. Следовательно, проведение замены приведет к снижению потребляемой мощности напольным оборудованием, а имеющиеся в силовом щите ПОНАБ-3 источники переменного напряжения могут использоваться и далее после увеличения вторичных напряжений до 48В, путем изменения включения обмоток понижающего трансформатора Тр1 (рисунок 1.4).

В данном дипломном проекте изменения схемы силового щита ПОНАБ-3 рассматриваться не будут, так как способы их реализации очевидны и фактически не требуют материальных затрат.

## **2 Системно-алгоритмическое проектирование микроконтроллерного блока**

### **2.1 Разработка структурной схемы**

Очевидно, что применение микроконтроллера в блоке управления напольными камерами позволит обеспечить одновременное выполнение поставленных задач с наименьшими затратами.

Структурная схема проектируемого блока управления на базе микроконтроллера с учетом поставленных задач представлена на рисунке 2.1, где также показаны не входящие в его состав структурные блоки, но имеющие с ним связи.

На рисунке 2.1 введены обозначения функциональных узлов, причем индекс "1" имеют обозначения, относящиеся к левой напольной камере, а индекс "2" – к правой:

ДТ – датчик температуры;

МУ – масштабирующий усилитель;

ЭМ – электромагнит заслонки напольной камеры;

КУ – коммутирующее устройство;

ЭК – электронный ключ управления ЭМ.

Масштабирующий усилитель предназначен для усиления сигнала датчика температуры до уровня, необходимого для работы аналого-цифрового преобразователя.

Аналоговый мультиплексор предназначен для поочередного подключения напряжений с датчиков температуры к входу АЦП, которое в свою очередь производит оцифровку этого напряжения.

Память уставок необходима для хранения значений уставок при выключениях электропитания. Кнопки ввода предназначены для включения режима коррекции уставок и их изменения.

Индикация предназначена для отображения текущих значений температуры внутри напольных камер и величины уставок и реализована тремя группами цифровых индикаторов, первая и вторая отображают температуру в напольных камерах, третья — величину уставки.

Гальваническая развязка линий ввода/вывода микроконтроллера управляющих исполнительными механизмами в данной схеме обязательна, так как последующие узлы коммутируют относительно большие напряжения и токи, опасные для микроконтроллера.

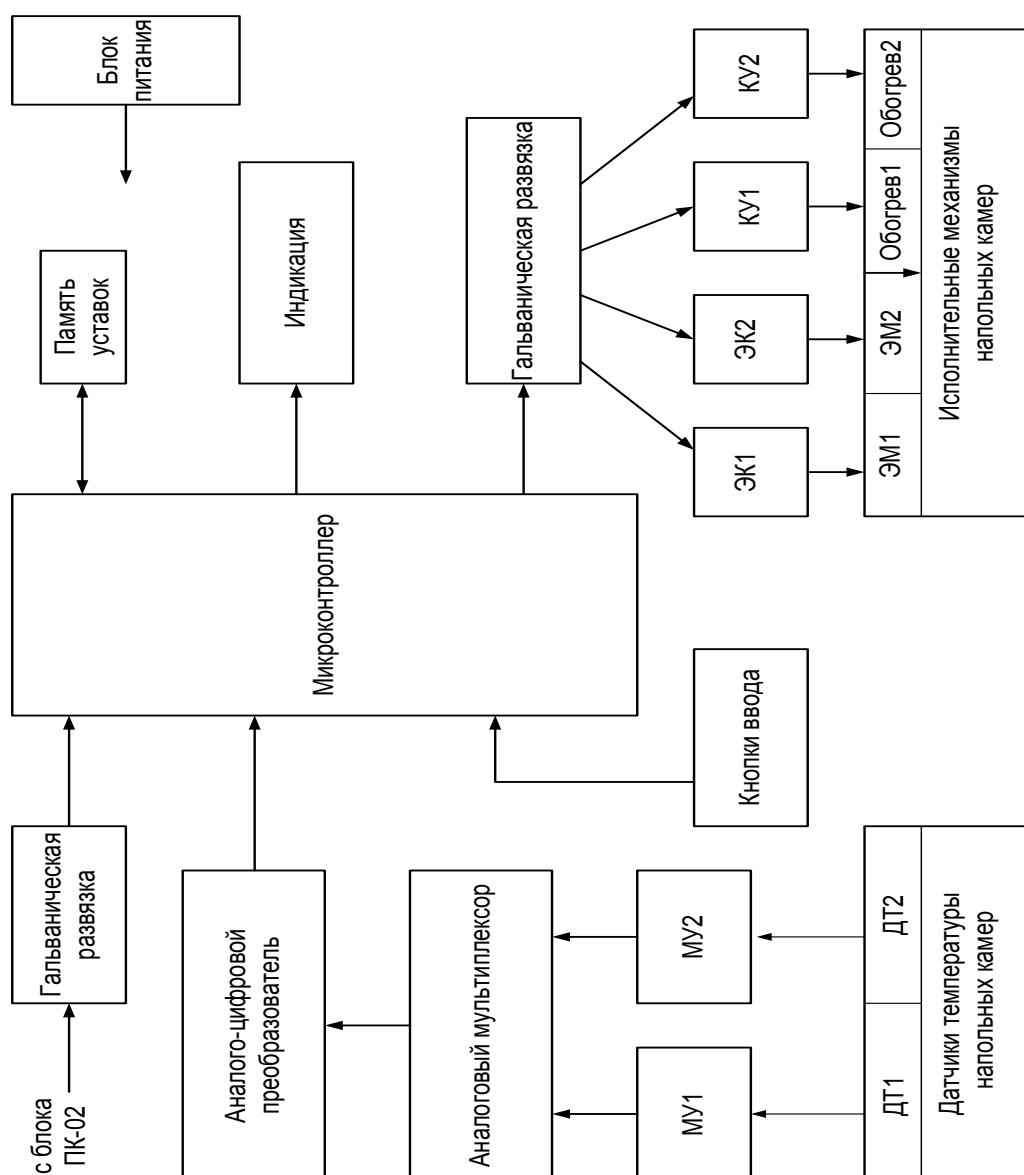


Рисунок 2.1 Структурная схема блока управления.

Электронные ключи управления ЭМ необходимы для обеспечения экономичного управления электромагнитами заслонок напольных камер, путем формирования напряжений  $U_{откр}$ ,  $U_{уд}$  (в соответствии с п.1.5). Коммутирующие устройства используются для подачи переменного напряжения на обогреватели, размещенные внутри напольных камер.

Необходимо отметить, что применение микроконтроллера с расширенным набором аппаратных средств на кристалле (встроенный АЦП, энергонезависимая память данных, количество линий ввода/вывода не менее 20) позволит существенно упростить и удешевить проектируемый блок.

## 2.2 Выбор и описание особенностей микроконтроллера

В соответствии с выводами, сделанными при разработке структурной схемы, на кристалле микроконтроллера необходимо наличие как минимум двухканального аналого-цифрового преобразователя, энергонезависимой памяти данных. Повышенные требования к быстродействию микроконтроллера не предъявляются, так как выполняемые процессы управления сравнительно медленные.

Наличие на кристалле микроконтроллера аппаратного сторожевого таймера существенно повысит надежность работы разрабатываемого модуля, путем способности устранения зависаний (самовосстановление) системы.

Таким образом, необходимым условием для выбора микроконтроллера является наличие на кристалле следующих средств:

- встроенного аналого-цифрового преобразователя;
- энергонезависимой памяти данных;
- аппаратного сторожевого таймера.

Микроконтроллеры семейства AVR производства фирмы Atmel используется в аппаратуре КТСМ-01.

Микроконтроллеры семейства AVR являются 8-разрядными КМОП-микроконтроллерами, построенными на основе расширенной RISC-архитектуры, объединяющей развитый набор команд и 32 регистра общего назначения. Все 32 регистра непосредственно подключены к арифметико-логическому устройству (АЛУ), что дает доступ к любым двум регистрам в течение одного машинного цикла. Подобная архитектура обеспечивает почти десятикратный выигрыш в производительности по сравнению с традиционными микроконтроллерами, например, серии 8051.

Flash-память микроконтроллера может программироваться непосредственно в изделии, используя последовательный интерфейс ISP (так называемое, внутрисистемное программирование), что очень удобно в производстве, когда программирование микросхемы производится уже после ее монтажа, что значительно упрощает отладку модуля.

В рамках единой базовой архитектуры AVR-микроконтроллеры подразделяются на три семейства: Classic AVR (базовая линия), Mega AVR (предназначены для сложных приложений, требующих большого объема памяти программ и данных), Tiny AVR (низкостоимостные, в 8-выводном исполнении). Наиболее оптимально в разрабатываемом блоке использовать

микроконтроллер семейства Classic, поскольку в семейство входит в общей сложности 17 моделей с различным сочетанием периферийных узлов, различными объемами встроенной памяти и различным количеством выводов.

Из выпускаемых в настоящее время микроконтроллеров этого семейства, наиболее полно удовлетворяет требованиям, при относительно низкой стоимости, микроконтроллер AT90S8535-4PC, который обладает следующими отличительными особенностями [4]:

- flash-память программ – 8 Кбайт;
- память данных EEPROM – 512 байт;
- ОЗУ данных – 512 байт;
- 32 линии ввода/вывода (четыре 8-разрядных порта);
- 3 таймера/счетчика (8-разрядных – 2, 16-разрядный – 1);
- последовательный порт с расширенными возможностями;
- ISP-интерфейс;
- 15 источников прерывания, 2- внешних;
- аппаратный сторожевой таймер;
- 8-канальный 10-разрядный АЦП;
- рабочий температурный диапазон -40 до плюс 85<sup>0</sup>С

(промышленный вариант исполнения).

Микроконтроллер AT90S8535 можно заменить современными ATmega8535, ATmega103 или ATmega603 той же фирмы. Однако последние микросхемы значительно дороже и выпускают их только планарном в 64-выводном корпусе, что приведет к существенному усложнению печатной платы.

Основные электрические параметры микроконтроллера AT90S8535-4PI приведены в таблице 2.1.

Таблица 2.1 - Электрические параметры микроконтроллера AT90S8535-4PI.

Параметр	Значение
1. Напряжение питания ( Vcc ), В	4,7...6,0
2. Максимальный ток через выводы Vcc и GND, мА	200
3. Максимальный ток канала ввода/вывода, мА	40
4. Тактовая частота, МГц	0...8
5. Входное напряжение «низкого» уровня линий портов	-0,5...0,3 Vcc

ввода/вывода (при $V_{cc}=5V$ ), В	
6. Входное напряжение «высокого» уровня линий портов ввода/вывода (при $V_{cc}=5V$ ), В	$0,6V_{cc} \dots V_{cc}+0,5$
7. Выходное напряжение «низкого» уровня, линий портов ввода/вывода максимальное (при $V_{cc}=5V$ ), В	0,6
8. Выходное напряжение «высокого» уровня линий портов ввода/вывода минимальное (при $V_{cc}=5V$ ), В	4,3
9. Ток потребления в рабочем режиме на частоте 8 МГц, мА	5,0
10. Сопротивление подтягивающего резистора линий портов ввода/вывода, кОм	35...120
11. Параметры внутреннего АЦП:	
11.1. напряжение питания, В	$V_{cc}-0,3 \dots V_{cc}+0,3$
11.2. опорное напряжение максимальное, В	$V_{cc}+0,3$
11.3. тактовая частота преобразования, кГц	50...200
11.4. время преобразования, мкс	65...260
11.5. абсолютная погрешность (на частоте преобр. 200 кГц), мЗр	1

В целях упрощения изготовления печатной платы воспользуемся микроконтроллером в корпусе 40-pin DIP. На рисунке 2.2 изображена структурная схема AT90S8535 в данном корпусе и его.



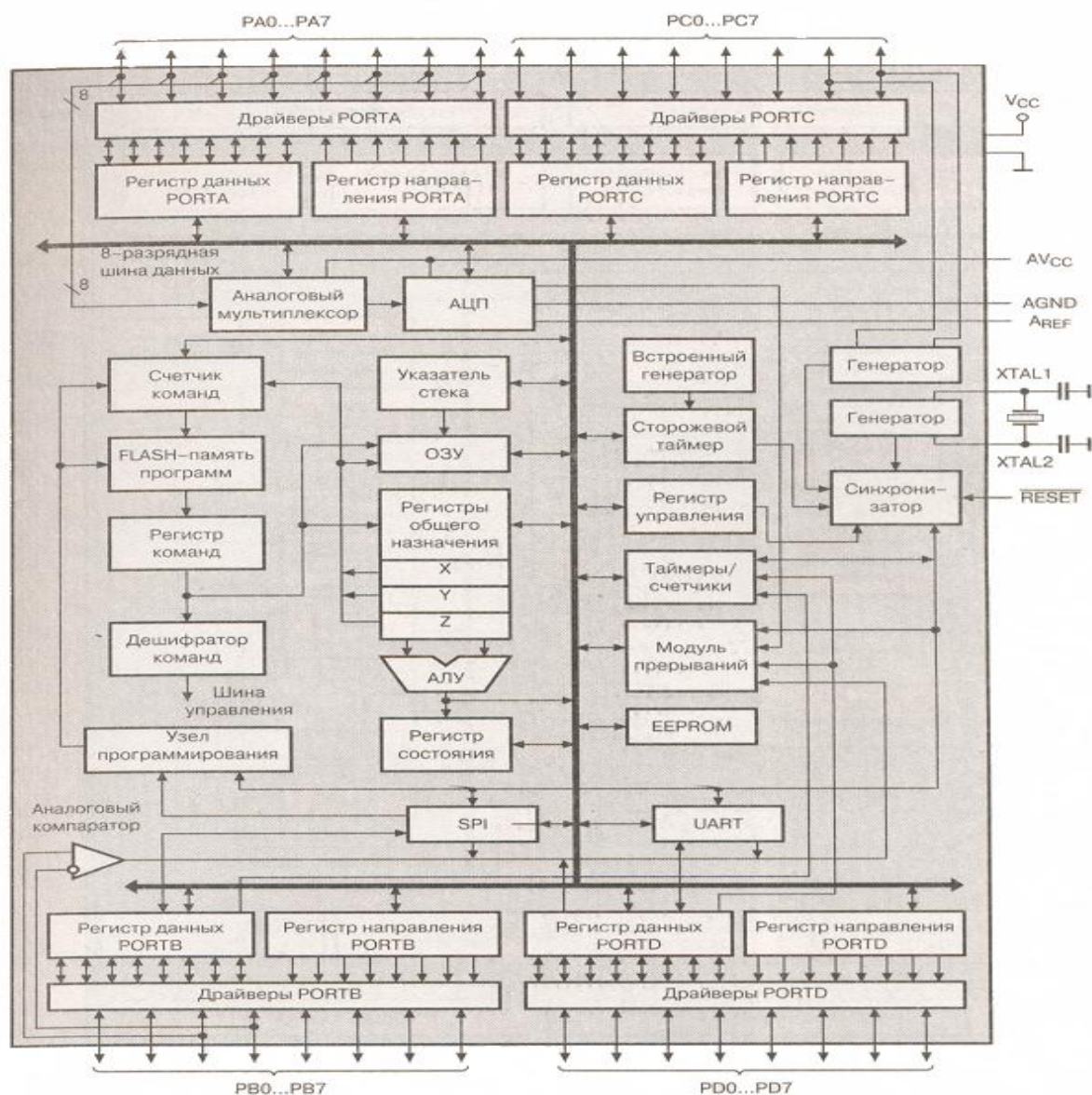


Рисунок 2.2 - Структурная схема микроконтроллера AT90S8535.

Более подробную информацию о AT90S8535 можно получить в технической литературе, а также в сети Internet на сайте [www.atmel.com](http://www.atmel.com), [www.atmel.ru](http://www.atmel.ru), где также можно найти фирменное описание данного микроконтроллера.

### 2.3 Разработка функциональной схемы блока управления

Функциональная схема блока управления разрабатывается на основании структурной путем внесения изменений в ее состав за счет использования расширенных возможностей микроконтроллера и конкретизации схемного построения функциональных узлов.

Как уже отмечалось, в качестве датчика температуры внутри напольных камер используем специализированную аналоговую микросхему K1019EM1 (аналог LM236A) [45]. Использование в качестве датчика температуры интегральной цифровой микросхемы DS18B20 фирмы MAXIM либо аналогичных в данном случае не возможно. Так как длина кабеля, соединяющего напольную камеру с постовым оборудованием, может достигать 15 метров, что многократно превышает допустимое значение для данного датчика, так же количество жил этого кабеля ограничено, а включение датчиков типа DS18B20 требует трехпроводной схемы включения.

Микросхема K1019EM1 представляет собой термодатчик с линейной зависимостью выходного напряжения от температуры и предназначена для работы в устройствах контроля, измерения и регулирования температуры. Датчик по свойствам подобен стабилитрону с малым дифференциальным сопротивлением и со стабильным нормированным плюсовым температурным коэффициентом напряжения равным 10мВ/К и таким же коэффициентом пропорциональности между выходным напряжением датчика и абсолютной температурой [ 45 ], т.е. имеет место следующая зависимость:

$$U_{\text{вых}} = 10 * (273 + T \text{ } ^\circ\text{C}) \text{ [ мВ]}, \quad (2.1)$$

где  $T \text{ } ^\circ\text{C}$  - температура в градусах Цельсия.

Следовательно, диапазону изменения температур  $-50...+50^\circ\text{C}$ , будет соответствовать диапазон выходного напряжения датчика 2,230 ...3,230В, поэтому дополнительное усиление этого напряжения для подачи на вход АЦП не потребуется, но будут необходимы дополнительные элементы для согласования с входом АЦП.

Калибровку датчика путем коррекции постоянного напряжения на его выходе можно осуществлять как программно, так и схемотехнически. В целях некоторого упрощения написания программного обеспечения микроконтроллера воспользуемся вторым способом, реализуем который с помощью схемы дифференциального усилителя постоянного тока (УПТ) [13], [41].

Функциональная схема включения датчика и дифференциального УПТ приведена на рисунке 2.4.

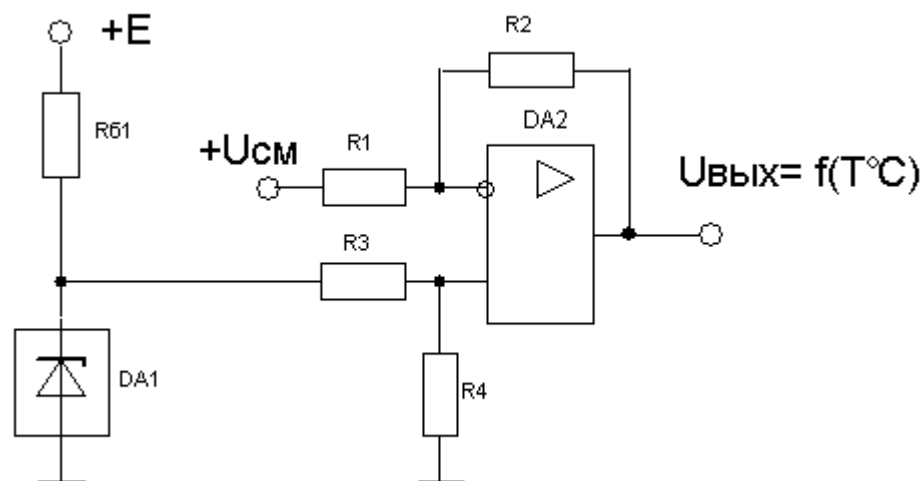


Рисунок 2.4 - Функциональная схема включения датчика и дифференциального УПТ.

Индикацию наиболее рационально реализовать на основе семисегментных светодиодных индикаторов, позволяющих отображать цифры 0..9 и десятичную точку. Светодиодные индикаторы предпочтительнее жидкокристаллических по той причине, что они лучше различимы при слабом освещении производственных помещений. Для лучшей видимости символов с относительно большого расстояния высотой символов должна быть не менее 15 мм, цвет свечения зеленый или желтый в соответствии с требованиями эргономики [39].

Индикация предназначена для отображения текущих значений температуры внутри напольных камер и значений уставок, которые могут изменяться в диапазоне  $+5..+50^{\circ}\text{C}$ . Для отображения такого объема информации требуется наличие трех групп двухразрядных индикаторов. Первая группа отображает текущую температуру в левой напольной камере, вторая в правой, третья значение уставки. Децимальные точки используются в качестве индикаторов включения режима обогрева.

Очевидно, что использование режима динамической индикации позволит существенно сократить количество линий вывода микроконтроллера. Для разгрузки портов контроллера используем буферные транзисторные ключи, которые поочередно подключают к источнику питания сегменты шести индикаторов. Функциональная схема включения семисегментных индикаторов и транзисторных ключей приведена на рисунке 2.5.

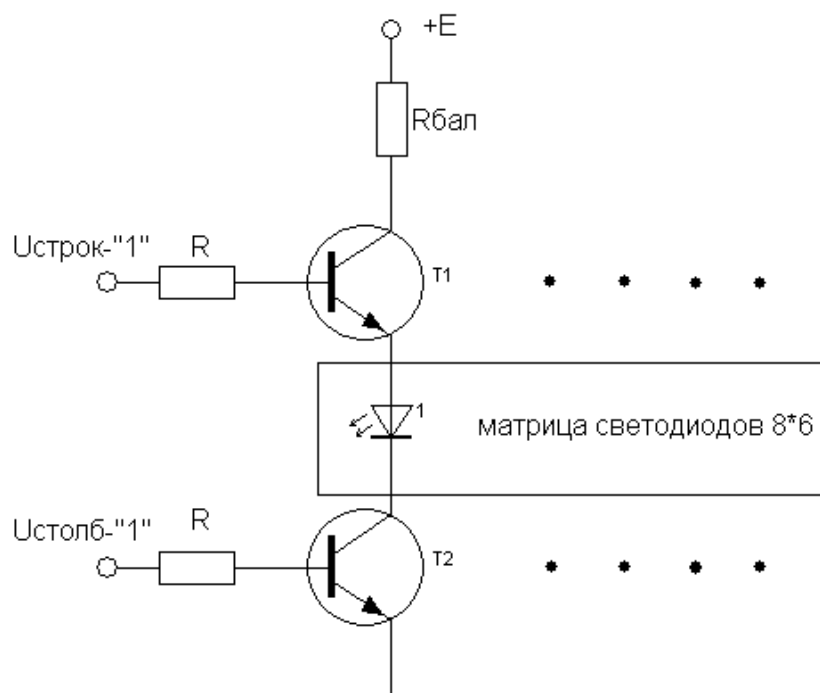


Рисунок 2.5 - Функциональная схема включения индикаторов.

Для включения режима коррекции уставок и их изменения используем две кнопки. Одновременное нажатие, на которые будет переводить модуль сопряжения в режим коррекции уставок. Далее нажатие на одну из них будет соответствовать увеличению значения уставки, а на другую уменьшению. Повторное одновременное нажатие отключает режим коррекции уставок.

Гальваническую развязку линий вывода микроконтроллера от цепей управления исполнительными механизмами напольных камер целесообразно реализовать с помощью твердотельных оптических реле (ТТР). Это позволяет управлять исполнительными механизмами без использования дополнительных силовых транзисторных ключей.

Хотя использование мощных оптических реле приводит к удорожанию разрабатываемого блока, но все же является оправданным (по мнению автора), так как: первое – позволяет одновременно выполнять гальваническую развязку управляющих и силовых цепей и коммутацию относительно больших токов и напряжений, второе – ТТР обладают малыми габаритами, третье – при их использовании фактически не требуются дополнительные навесные элементы.

Функциональная схема управления электромагнитами заслонок напольных камер приведена на рисунке 2.6. Принцип работы данной схемы следующий: первоначально открываются ТТР1, ТТР2, ТТР3 и на

электромагниты в течение 2 секунд подается напряжение  $U_{откр} = E$ , после чего ТТР1, ТТР2 закрываются, а на электромагниты подается напряжение  $U_{уд} \approx E / 2$  (в случае  $R_{засл} = R_{бал}$ ).

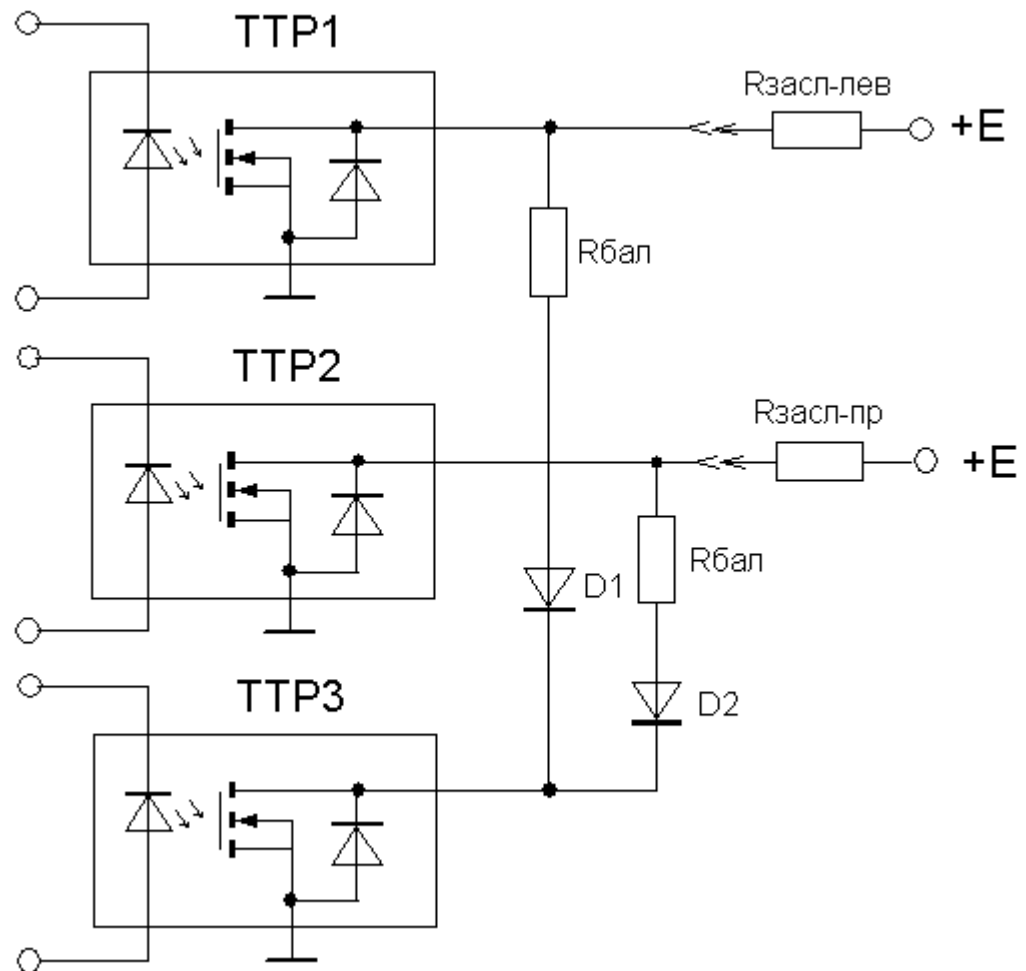


Рисунок 2.6 - Функциональная схема управления электромагнитами заслонок.

Управление напряжением внутреннего обогрева напольных камер реализуем по аналогичной схеме за исключением того, что в ней будут использоваться два твердотельных оптических реле переменного тока.

В соответствии с требованиями п.1.5 источник питания блока управления реализуем на основе однотактного обратного преобразователя напряжения (ООП), так как в отличие от импульсных стабилизаторов напряжения ООП обеспечивает гальваническую развязку между входным и выходными напряжениями.

Блок питания реализуем на основе микросхемы KP1156EY5 специализированной для работы в различного рода преобразователях постоянного напряжения в постоянное (DC/DC преобразователь) с мощностью в несколько ватт [16].

Уже на данном этапе можно определить необходимые напряжения для функционирования блока управления и их величину. С точки зрения организации и распределения питающих напряжений можно выделить три функциональных узла блока:

- аналоговый (датчики, УПТ, АЦП микроконтроллера);
- цифровой (микроконтроллер);
- узел индикации (семисегментные индикаторы, буферные транзисторы).

Питание аналогового узла будем производить однополярным\* стабилизированным напряжением плюс 5В (А), питание микроконтроллера аналогичным стабилизированным напряжением плюс 5В (Ц), а для питания узла индикации используем не стабилизированное напряжение плюс  $8 \pm 1В$ . Аналоговый узел должен иметь отдельный (электрически не связанный) вывод общего провода (AGND), причем аналоговая и цифровая «земли» должны соединяться друг с другом в единственной точке, это необходимо для снижения уровня помех в аналоговых цепях, возникающих при работе микроконтроллера.

Функциональная схема блока питания на основе микросхемы KP1156EY5 изображена на рисунке 2.7.

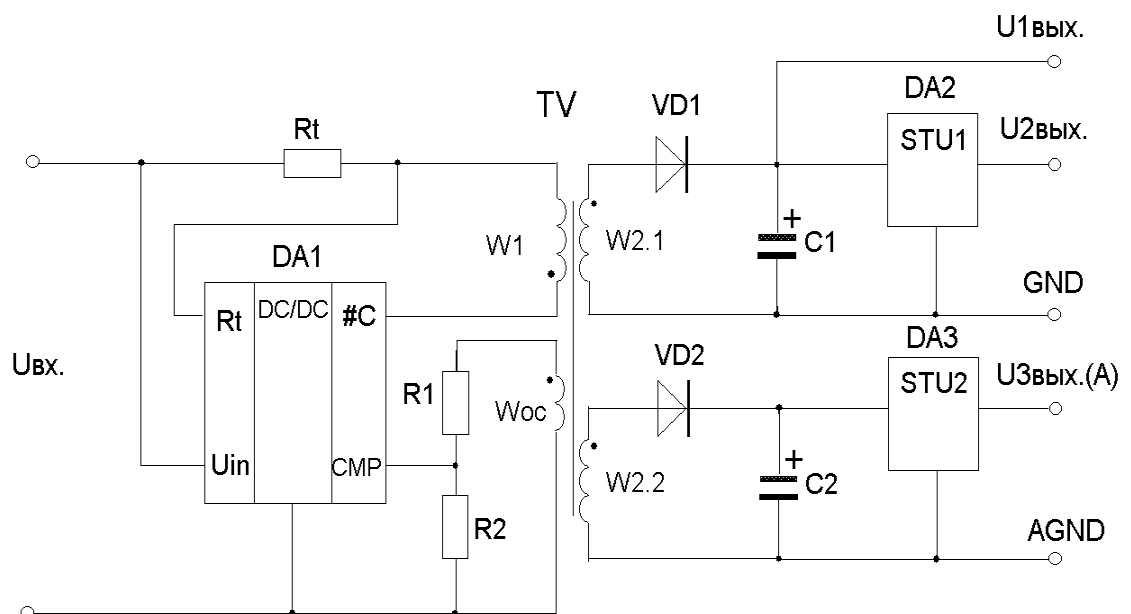


Рисунок 2.7 - Функциональная схема блока питания.

\* - при использовании операционных усилителей с расширенным динамическим диапазоном, выполненным по технологии rail-to-rail.

### **3 Разработка программного обеспечения**

#### **3.1 Разработка общей блок-схемы алгоритма работы микроконтроллера**

Конкретизируем задачи, выполняемые микроконтроллером в соответствии с требованиями к блоку управления (п.1.5) и разработанной принципиальной схемой:

- измерение температуры в напольных камерах и обработка результатов измерения;
- отображение на цифровых индикаторах результатов измерения и значения текущей уставки;
- контроль состояния сигнала управления заслонками с блока ПК-02;
- управление исполнительными механизмами;
- ввод и коррекция уставок.

Очевидно, что необходимо организовать многозадачный режим работы микроконтроллера, при котором микроконтроллер циклически выполняет каждую из задач определенные промежутки времени, величина которых соответствует требованиям для их корректного выполнения. В результате программа работы микроконтроллера будет состоять из нескольких подпрограмм, каждая из которых выполняет определенную задачу. С помощью таймеров/счетчиков T0, T1, T2 будем формировать необходимые промежутки времени выполнения подпрограмм.

Для решения задачи измерения нужно организовать периодический запуск аналого-цифрового преобразователя (АЦП) и считывание результатов в каждом канале по окончании преобразования в отведенный для этого буфер, в котором будем накапливать суммированием результаты определенного числа измерений с последующим получением среднего значения. Таким образом, удастся минимизировать возможное влияние различного рода электромагнитных помех и шумов, влияющих на единичные преобразования, тем самым способствовать снижению величины абсолютной погрешности измерений. Основным же фактором, влияющим на точность преобразования АЦП, является правильный выбор частоты преобразования, значение которого в данном случае должно быть не более 200 кГц, при этом величина абсолютной погрешности составит плюс минус 1..2 младших знаковых разрядов [ 4 ], что



соответствует точности измерения температуры в напольных камерах плюс минус 1°C.

Далее полученное среднее значение измерения сравниваем со значением уставки, по результату сравнения управляем включением обогрева той напольной камеры, которой соответствует значение измерения, при этом для устранения дребезга включения вводим гистерезис включения. Т.е. включение обогрева происходит в случае, когда результат измерения (Rизмер.) меньше или равен значению уставки минус две единицы младшего разряда (Rуст.мин.), а выключение в случае, когда результат измерения (Rизмер.) больше или равен значению уставки плюс две единицы младшего разряда (Rуст.макс.). Две единицы младшего разряда АЦП в данном случае будут соответствовать одному градусу Цельсия, в результате температура в напольной камере будет поддерживаться в диапазоне – значение уставки плюс минус один градус Цельсия.

При этом возникает необходимость в отображении на индикаторах режима включения обогрева для каждой из напольной камеры. Для этого используем десятичные точки единичных разрядов индикаторов, т.е. при включении обогрева левой камеры будет светиться десятичная точка в единичном разряде индикаторов отображающих температуру в левой напольной камере, для правой камеры алгоритм индикации включения обогрева аналогичный.

На индикаторах в динамическом режиме постоянно будет отображаться текущая температура в напольных камерах и величина уставки в виде трех двузначных чисел соответствующих температуре выраженной в градусах Цельсия. Перед отображением температуры на индикаторах ее будет необходимо преобразовать в двоично-десятичный формат.

Четкое изображение достигается при обновлении изображения на каждом знакоместе семисегментных индикаторов с частотой не менее чем 100 раз в секунду или каждые 10 мс, соответственно при наличии шести индикаторов не более чем через каждые 1,66 мс должен «зажигаться» один из разрядов.

Открытие заслонок напольных камер будет инициироваться внешним прерыванием INT0, время переключения из форсирующего режима открытия в режим удержания будет определяться таймером/счетчиком, а момент закрытия заслонок – путем периодического опроса состояния на входе контроллера PD2 (INT0).

Ввод и коррекцию уставок осуществим следующим образом: первоначальное значение уставки будет записываться в EEPROM при запуске программы, для перехода в режим коррекции необходимо будет одновременно нажать на кнопки "+" и "-", при этом «зажигается» десятичная точка в единичном разряде индикаторов, отображающих значение уставки. Последующие нажатия на кнопку "+" приведут к увеличению значения уставки, а нажатия на кнопку "-" соответственно к ее уменьшению. Шаг коррекции определим как один градус Цельсия, т.е. две единицы младшего разряда АЦП. Выход из данного режима происходит после повторного одновременного нажатия на обе кнопки.

В соответствии с изложенным выше, составим блок-схему общего алгоритма работы микроконтроллера, которая изображена на рисунке 3.1.

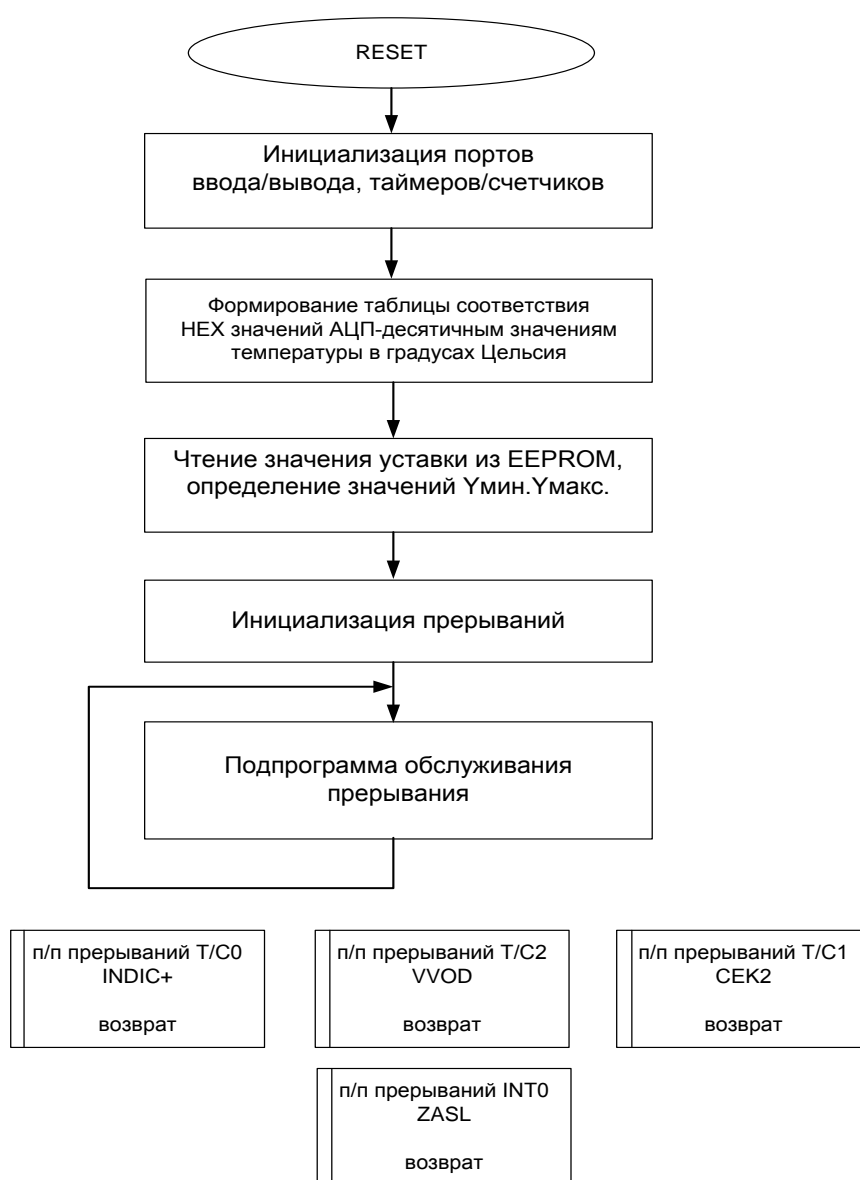


Рисунок 3.1 - Общая блок-схема алгоритма работы микроконтроллера.

### 3.2 Разработка блок-схем алгоритмов подпрограмм

Разработку блок-схем алгоритмов отдельных подпрограмм целесообразно начать с разработки алгоритмов подпрограмм обслуживания прерываний, так как они во многом определяют требования, налагаемые на остальные подпрограммы.

В качестве основной определим подпрограмму INDIC+ с помощью, которой реализуем динамическое управление выводом информации на индикаторы, а также чтение и обработку результатов измерения АЦП. Данная подпрограмма будет инициироваться прерываниями таймера/счетчика-0 по переполнению. Период прерываний от таймера/счетчика-0 определим равным 0,5 мс, тогда период обновления информации на всех шести индикаторах составит 3 мс, т.е. меньше 10 мс, что соответствует эргономическим требованиям для динамической индикации. На рисунке 3.2 представлена блок-схема алгоритма работы подпрограммы INDIC+.

С помощью регистра счетчика разрядов (cRazr) организуем последовательный вывод информации на индикаторы, в соответствии с его значением (от 1 до 6) будут поочередно подключаться необходимые разряды индикаторов.

Преобразование шестнадцатеричных значений, которые необходимо выводить на индикацию, в соответствующие им десятичные значения будем производить с помощью таблицы соответствия, которую разместим в ОЗУ, начиная с адреса \$0162 по \$01C7. Таблицу соответствия сформируем автоматически при запуске программы, алгоритм заполнения ее такой: адрес ячейки памяти ОЗУ должен соответствовать шестнадцатеричному значению, выводимому на индикаторы, а содержимое этой ячейки соответствовать десятичному значению, которое после преобразования в семисегментный код и определения состояния десятичной точки будет выводиться на индикаторы.

В таблице 3.1 приведен фрагмент заполнения ячеек ОЗУ упомянутой выше таблицей соответствия HEX-DEC, где адрес ячейки памяти соответствует шестнадцатеричному значению напряжения на входе АЦП (с учетом воздействия нормирующего усилителя), а содержимое – соответствующая температура в напольных камерах.

На рисунке 3.3 изображена блок-схема алгоритма работы подпрограммы обработки АЦП (rADC). Запуск преобразования АЦП будем осуществлять при

обработке каждого 32-го прерывания от таймера/счетчика-0, для отсчета циклов прерываний используем регистр countCyc.

Таблица 3.1 – Таблица соответствия кодов HEX-DEC.

Адрес ячейки памяти ОЗУ, HEX	Содержимое ячейки памяти, DEC
\$ 0162	00
\$ 0163	00
\$ 0164	01
\$ 0165	01
\$ 0166	02
\$ 0167	02
.	.
.	.
.	.
\$ 01C6	50
\$ 01C7	50

Далее в течение последующих 64 обращений к подпрограмме чтения АЦП (readADC) будем измерять напряжение на одном из каналов АЦП, накапливая суммированием, результат измерений в специальном буфере, организованном в ОЗУ отдельно для каждого канала измерения (Lram, Pram). Счетчик количества преобразований АЦП организуем с помощью регистра count.

Для организации буфера достаточно четырех ячеек памяти, по две на каждый канал, так как даже в случае максимальной величины преобразования равной 3FFH в результате 64-х разового суммирования (40H) будем иметь  $3FFH \times 40H = FF.C0H$ .

В соответствии с описанным алгоритмом на измерение по одному каналу будет необходимо  $0,5 \cdot 32 \cdot 64 = 1024$  мсек, т.е. полный цикл опроса датчиков составит 2048 мсек.

Для определения обслуживаемого канала АЦП (температура слева – 0 канал, справа – 1 канал) и использования соответствующих регистров и ячеек памяти определим специальный регистр Flag, установка в нем 0 бита будет

соответствовать обслуживанию нулевого канала, а установка 1 бита – обслуживанию первого канала.

После завершения 64-го чтения результата измерения, а соответственно и суммирования этого результата в накопительном буфере, будем переходить к обработке результата накопления, путем его деления на 64 за счет шестикратного сдвига вправо.

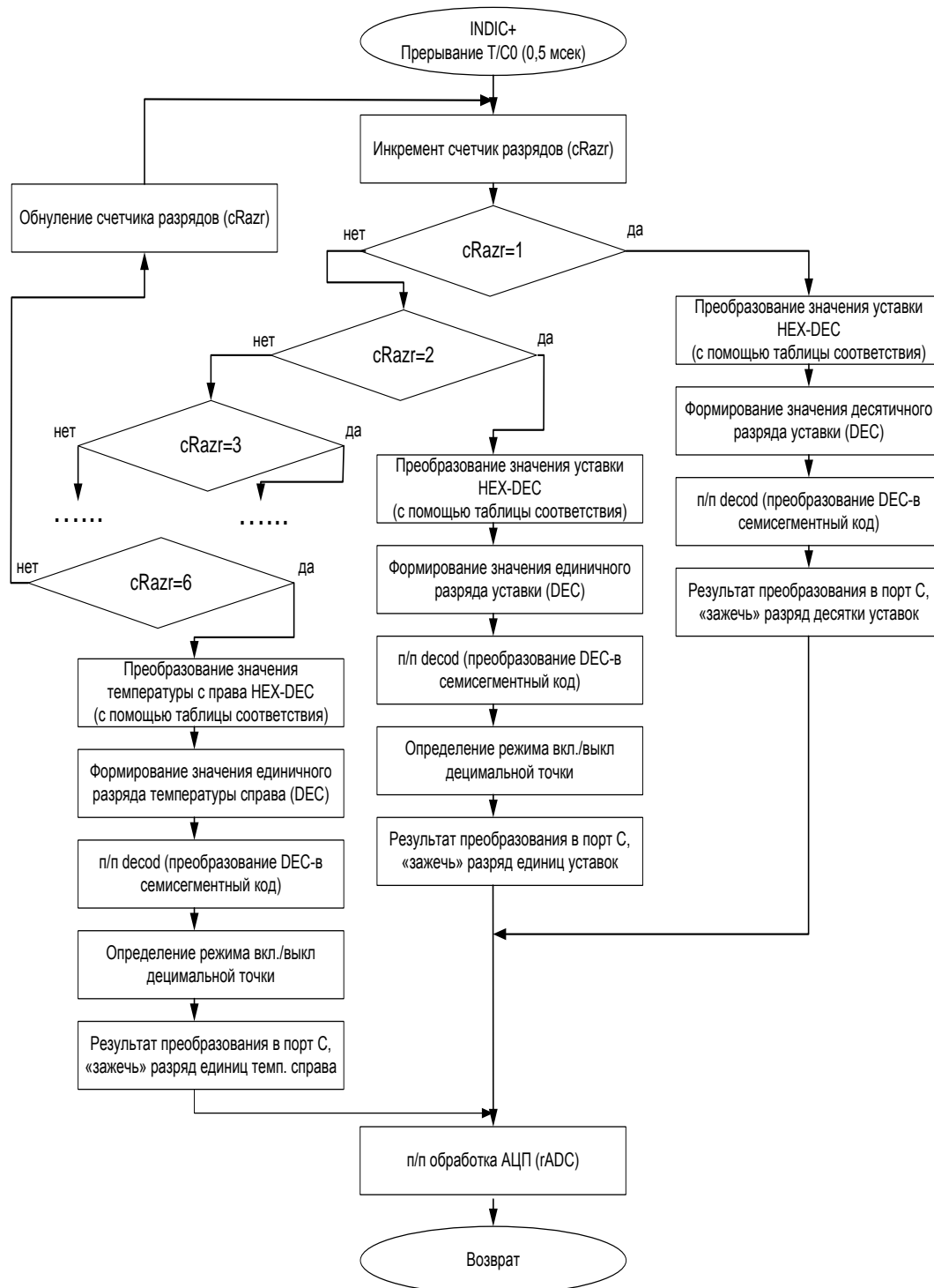


Рисунок 3.2 - Блок-схема алгоритма работы п/п INDIC+.

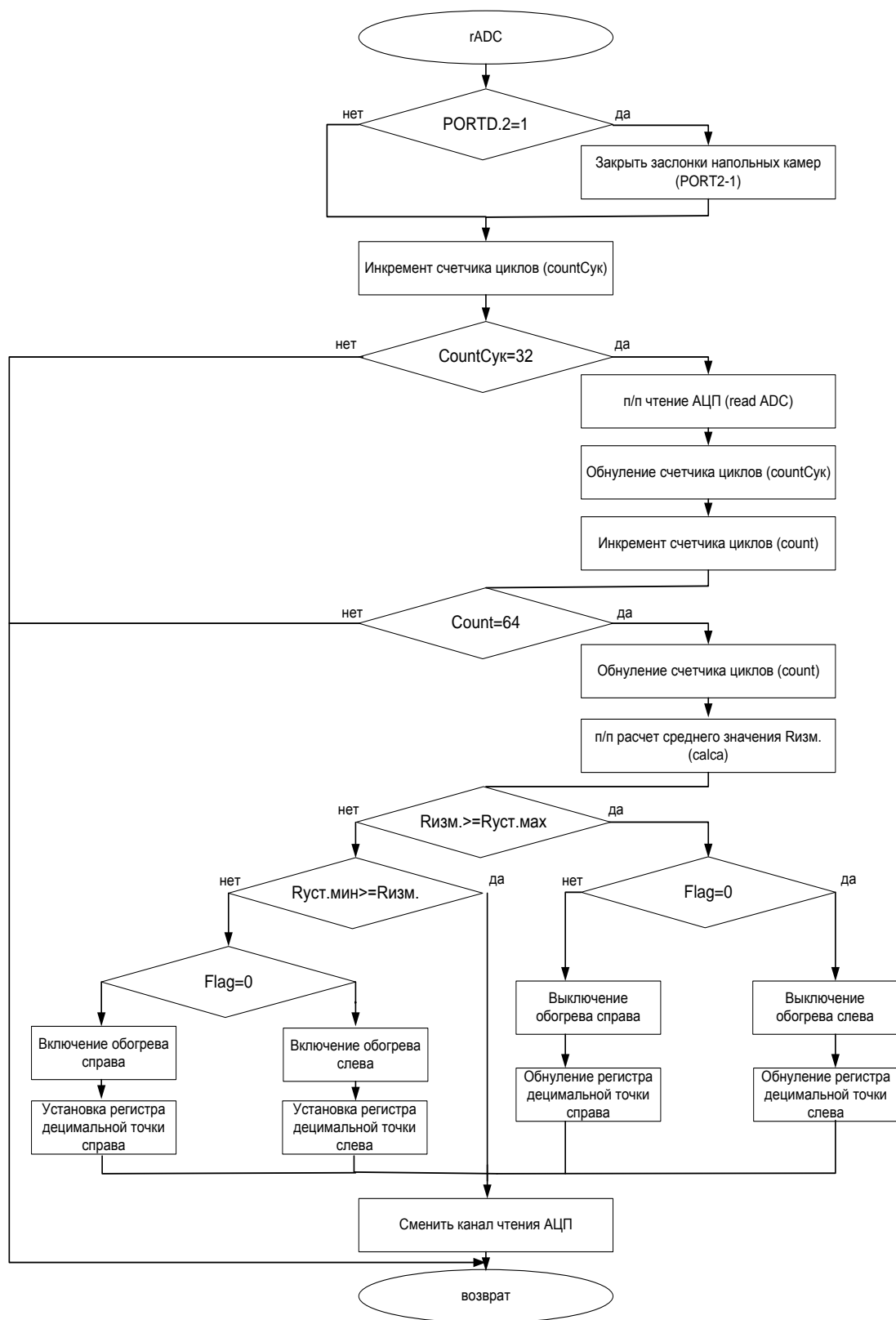


Рисунок 3.3 - Блок-схема алгоритма работы п/п rADC.

Результат деления Ризм. сохраняется в ячейках памяти ОЗУ Lres (температура слева) или Pres (температура справа), причем сохраняем только значение младшего байта, так как значение старшего байта для заданного диапазона измерения 162Н...1С7 всегда равно 1. Информация о текущем

значении температуры в напольных камерах на индикаторы выводится из этих ячеек памяти.

После обработки результатов измерения АЦП производим сравнение  $R_{изм.}$  со значением уставки плюс минус две единицы младшего разряда  $R_{уст.макс.}$  и  $R_{уст.мин.}$  соответственно. Значение  $R_{уст.макс.}$ ,  $R_{уст.мин.}$  будем формировать при запуске программы, путем чтения значения  $R_{уст.}$  из памяти EEPROM и увеличения (для  $R_{уст.макс.}$ ) или уменьшения ( $R_{уст.мин.}$ ) на 2.

Включение обогрева будет происходить в случае, когда  $R_{изм.} \leq R_{уст.мин.}$ , а выключение в случае, когда  $R_{изм.} \geq R_{уст.макс.}$  Таким образом, будет устранен «дребезг» включения обогрева, а температура в напольной камере будет поддерживаться в диапазоне – значение уставки плюс минус один градус Цельсия.

При включении обогрева в регистрах  $onlev$  (для левой камеры),  $onpr$  (для правой камеры) будем устанавливать 8 бит в единичное состояние, с помощью которых при выводе на индикаторы будем «зажигать» десятичные точки в единичном разряде соответствующей температуры.

По завершению полного цикла обслуживания одного из каналов АЦП в регистре  $Flag$  меняем состояние 0 и 1 битов и при последующих прерываниях от таймера/счетчика-0 производим цикл измерения и обработки результатов следующего из каналов АЦП.

С помощью подпрограммы обслуживания внешнего прерывания  $INT0$  (в режиме прерывания по спадающему фронту) будем управлять открытием заслонок напольных камер. Блок-схема алгоритма управления заслонками изображена на рисунке 3.4 (подпрограммы  $ZASL$ ,  $сек2$ ).

При смене состояния на входе  $INT0$  с "лог.1" в "лог.0" происходит прерывание выполняемой программы и переход к подпрограмме  $ZASL$ , в ходе которой происходит включение форсирующего режима открытия заслонок, путем установки уровня "лог.0" на выводах  $PB0$ ,  $PB1$ ,  $PB2$  и запуска таймера/счетчика1.

Таймер/счетчик1 предназначен для формирования времени действия форсирующего режима открытия заслонок равного 2 секундам, по истечению которого будет происходить прерывание от таймера/счетчика1 по совпадению и переход к подпрограмме  $сек2$ .

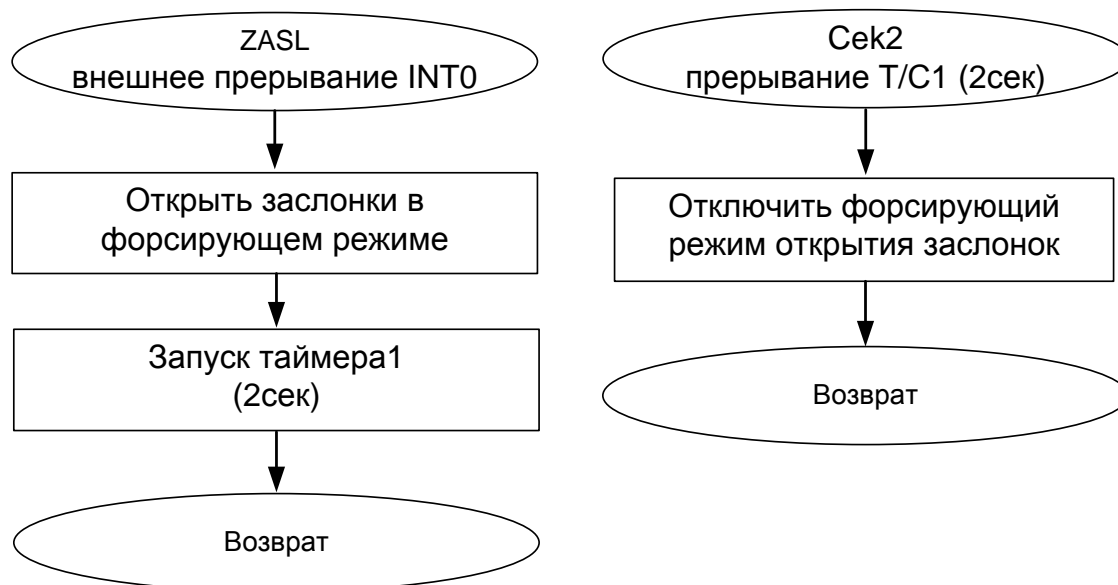


Рисунок 3.4 Блок-схема алгоритма управления заслонками.

В результате выполнения подпрограммы сек2 будет происходить переход из форсирующего режима открытия заслонок в режим удержания, путем установки уровня "лог.1" на выводах PB0, PB1 и сохранения уровня "лог.0" на выводе PB2.

Закрытие заслонок будет происходить при установке на выводе INT0 уровня "лог.1", опрос состояния которого заложен в подпрограмме rADC (рисунок 3.3, фрагмент PORTD.2=1).

С помощью подпрограммы VVOD, вызов которой происходит по прерыванию от таймера/счетчика2 с периодом равным 0,5 секунды, будем производить опрос состояния кнопок коррекции уставки. Блок-схема алгоритма работы подпрограммы VVOD изображена на рисунке 3.5.

Алгоритм работы подпрограммы VVOD следующий: через каждые 0,5 секунды будет происходить опрос состояния кнопок "+" и "-", в случае их одновременного нажатия произойдет переход в режим коррекции уставки, при этом «зажигается» десятичная точка в единичном разряде индикаторов, отображающих значение уставки. При входе в этот режим уставке будет присваиваться значение 95H соответствующее температуре 25 градусов Цельсия. Последующие нажатия на кнопку "+" приведут к увеличению значения уставки, а нажатия на кнопку "-" к ее уменьшению. Шаг коррекции равен одному градусу Цельсия. Выход из данного режима будет происходить после повторного одновременного нажатия на кнопки "+" и "-", при этом будем



«гасить» десятичную точку и сохранять измененное значение уставки EEPROM.

Далее для того, чтобы обновить значения Руст.макс. и Руст.мин. будем инициировать программный сброс микроконтроллера путем перехода на RESET.

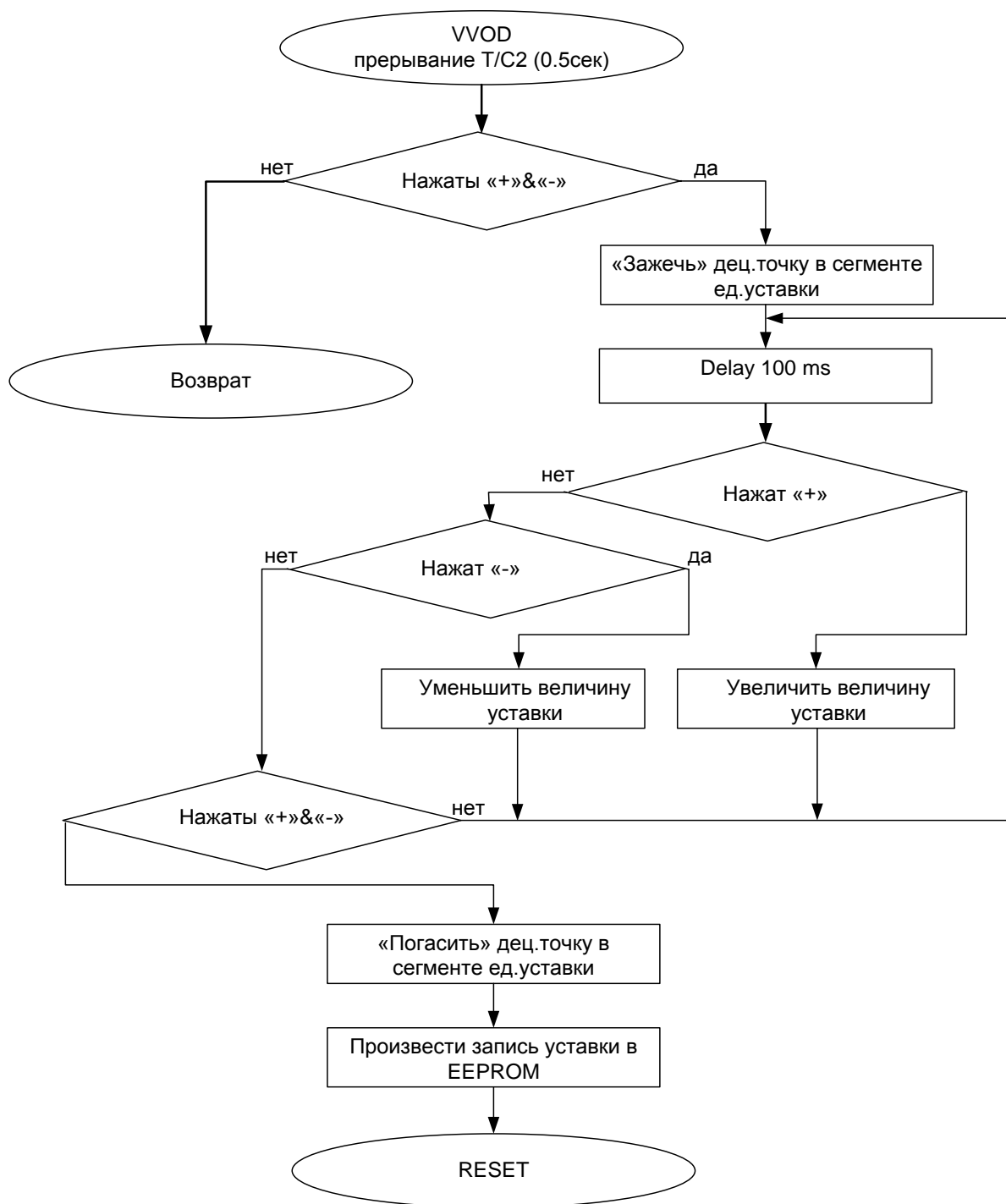


Рисунок 3.5 Блок-схема алгоритма работы подпрограммы VVOD.

### **4.3 Формирование листинга прикладной программы**

Прикладная программа для микроконтроллера разработана в соответствии с изложенными выше алгоритмами на языке ассемблер, поскольку программы, написанные на ассемблере, работают быстрее и занимают меньший объем памяти программ микроконтроллера, чем программы на языках высокого уровня.

При написании программы использовались приемы и подходы изложенные в [ 4 ], [ 5 ], [ 6 ], [ 7 ], [ 8 ], а трансляция и отладка с помощью свободно распространяемых фирмой «Atmel» транслятора ассемблера – wavrasm и специализированного отладчика AVR Studio.

Прикладная программа для микроконтроллера блока управления напольными камерами написанная на ассемблере размещена в приложении А данного проекта.

**ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА**  
**«ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И**  
**РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ»**

Студенту:

Группа	ФИО
3-8202	Сафронов Сергей Викторович

Институт	электронного обучения	Кафедра	Интегрированных компьютерных систем управления
Уровень образования	специалист	Направление/специальность	Автоматизация технологических процессов и производств (в нефтегазовой отрасли)

**Исходные данные к разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»:**

1. Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих	
2. Нормы и нормативы расходования ресурсов	
3. Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования	

**Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:**

1. Организация и планирование работ по разработке темы проекта.	Продолжительность этапов работ, техническая готовность темы, календарный план-график.
1. Расчет сметы затрат на создание АСУ ТП.	Расчет затрат на материалы, расчет заработной платы, расчет отчислений от заработной платы, расчет затрат на электроэнергию, расчет амортизационных расходов, расчет прочих расходов, расчет общей себестоимости разработки.
2. Оценка научно-технического уровня.	Признаки научно-технического эффекта, количественная оценка уровня новизны ВКР, оценка уровня научно-технического эффекта.
3. Расчёт показателей экономической эффективности проекта.	Затрат на вводимую систему автоматизации.

**Перечень графического материала** *(с точным указанием обязательных чертежей)*

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	
--	--

**Задание выдал консультант:**

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Петухов Олег Николаевич			

**Задание принял к исполнению студент:**

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-8202	Сафронов Сергей Викторович		

## 4 Оценка коммерческого потенциала и перспективности проведения научных исследований с позиции ресурсоэффективности

### 4.1 Организация и планирование работ по разработке темы проекта

Для организации процесса разработки инструментального средства использован метод сетевого планирования и управления. Метод позволяет графически представить план выполнения предстоящих работ, связанных с разработкой системы, его анализ и оптимизацию, что позволяет упрощать решения поставленных задач, координировать ресурсы времени, рабочие силы и последствия отдельных операций.

Составим перечень работ и соответствие работ своим исполнителям, продолжительность выполнения этих работ и сведем их в таблицу 4.1.

Таблица 4.1 - Перечень и продолжительность выполнения работ

	Этапы работы	Продолжительность, дни	Исполнители	Загрузка исполнителей
1	Постановка задачи	2	НР	НР – 100%
2	Анализ условий автоматизации (цель, назначение, область использования)	10	НР, ИП	НР – 30% ИП -100%
3	Анализ технических требований к автоматизированному объекту	9	НР, ИП	НР-20% ИП-100%
4	Разработка и утверждение технического задания (ТЗ)	2	НР	НР-100%
5	Проведение консультаций	9		НР-100% ИП-20%
6	Изучение литературы	13	ИП	ИП-100%
7	Разработка структурных схем	3	ИП	ИП-100%
8	Разработка функциональной схемы	20	ИП	ИП-100%
9	Выбор технических средств для автоматизации	6	НР, ИП	НР-30% ИП-100%
10	Типовые монтажные чертежи и конструктивные решения	4	НР, ИП	НР-30% ИП-100%
11	Составление отчетной документации, текстовых материалов проекта	12	ИП	ИП-100%

12	Сдача проекта	2	ИП	ИП-100%
----	---------------	---	----	---------

#### 4.1.1 Продолжительность этапов работ

Расчет продолжительности этапов работ осуществляется двумя методами:

- технико-экономическим;
- опытно - статистическим.

В данном случае используется опытно-статистический метод, который реализуется двумя способами:

- аналоговый;
- вероятностный.

Для определения ожидаемого значения продолжительности работ  $t_{ож}$  применяется вероятностный метод – метод двух оценок  $t_{min}$  и  $t_{max}$ .

$$t_{ож} = \frac{3t_{min} + 2t_{max}}{5},$$

где  $t_{min}$  - минимальная трудоемкость работ, чел/дн.;

$t_{max}$  - максимальная трудоемкость работ, чел/дн.

Для выполнения перечисленных работ потребуются следующие специалисты:

- инженер-проектировщик (ИП);
- научный руководитель (НР).

Для построения линейного графика необходимо рассчитать длительность этапов в рабочих днях, а затем перевести в календарные дни. Расчет ведется по формуле:

$$T_{РД} = \frac{t_{ОЖ}}{K_{ВН}} \cdot K_{Д}$$

где  $t_{ОЖ}$  – трудоемкость работы, чел/дн;

$K_{ВН}$  – коэффициент выполнения нормы ( $K_{ВН} = 1$ );

$K_{Д}$  – коэффициент, учитывающий дополнительное время на компенсации и согласование работ ( $K_{Д} = 1.2$ ).

$$T_{КД} = T_{РД} \cdot T_{К}$$

где  $T_{К}$  – коэффициент календарности.

$$T_{К} = \frac{T_{КАЛ}}{T_{КАЛ} - T_{ВД} - T_{ПД}}$$

где  $T_{КАЛ}$  – календарные дни ( $T_{КАЛ} = 366$ );

$T_{ВД}$  – выходные дни ( $T_{ВД} = 104$ );

$T_{ПД}$  – праздничные дни ( $T_{ПД} = 12$ ).

$$T_K = \frac{366}{366 - 104 - 12} = 1,464$$

В таблице 7.2 приведены длительность этапов работ и число исполнителей, занятых на каждом этапе проектирования.

Данные расчеты необходимы для построения линейного графика.

#### 4.1.2 Техническая готовность темы

Таблица 4.2 – длительность этапов работ.

Этап	Исполнители	Продолжительность работ, дни			Длительность рабоч.,нерабоч дни		Длительность календарные дни	
		t <sub>min</sub>	t <sub>max</sub>	t <sub>ож</sub>	НР	ИП	НР	ИП
Постановка целей и задач	НР	2	3	2,4	2,4	-	4	-
Составление и утверждение технического задания	НР, ИП	2	3	2,4	0,72	2,4	1	4
Подбор и изучение материалов по теме	ИП	7	12	9	-	9	-	13
Анализ условий автоматизации (цель, назначение, область использования)	НР, ИП	4	7	5,2	1,04	5,2	2	8
Анализ технических требований к автоматизированному объекту	НР, ИП	4	7	5,2	1,04	5,2	2	8
Теоретическое описание этапов проектирования	ИП	7	12	9	-	9	-	13
Выбор технических средств для автоматизации	НР, ИП	4	7	5,2	1,04	5,2	2	8
Разработка функциональной схемы	ИП	2	3	2,4	-	2,4	-	4
Разработка структурной схемы	ИП	2	3	2,4	-	2,4	-	4
Типовые монтажные чертежи и конструктивные решения	НР, ИП	2	4	2,8	0,56	2,8	1	4
Оценка эффективности полученных результатов	НР	2	3	2,4	2,4	-	4	-
Составление и оформление отчетной документации	ИП	7	12	9	-	9	-	13
Сдача проекта	ИП	1	2	1,4	-	1,4	-	2
<b>Итого:</b>				<b>58,8</b>	<b>9,2</b>	<b>54</b>	<b>16</b>	<b>81</b>



Определение технической готовности темы позволяет дипломнику точно знать, на каком уровне выполнения находится определенный этап или работа. Показатель технической готовности темы характеризует отношение продолжительности работ, выполненных на момент исчисления этого показателя, к общей запланированной продолжительности работ, при этом следует учесть, что *период дипломного проектирования* составляет примерно 6 месяцев, включая производственную практику, и дипломник выступает в качестве основного исполнителя.

Для начала следует определить удельное значение каждой работы в общей продолжительности работ:

$$y_i = \frac{t_{ож}}{t_{сум}} \cdot 100\%,$$

где  $y_i$  – удельное значение каждой работы в %;

$t_{ож}$  – продолжительность одной работы, раб.дн.;

$t_{сум}$  – суммарная продолжительность темы, раб.дн.

Тогда техническую готовность темы  $\Gamma_i$  можно рассчитать по формуле

$$\Gamma_i = \frac{\sum_{j=1}^i t_{ож}}{t_{сум}} \cdot 100\%,$$

где  $\sum t_{ож}$  – нарастающая продолжительность на момент выполнения  $i$ -той работы.

#### 4.1.3 Календарный план-график

Горизонтальный ленточный график, на котором работы по теме представляются протяженными во времени отрезками, характеризующимися датами начала и окончания выполнения данных работ (таблица 4.2).

График строится в рамках таблицы 4.3 с разбивкой по месяцам и декадам (10 дней) за период времени дипломирования. При этом работы на графике выделены различной штриховкой в зависимости от исполнителей, ответственных за ту или иную работу.

Подэтапы	Т <sub>кд</sub> , дни		У <sub>и</sub> , %	Г <sub>и</sub> , %	I			II			III			IV		
	НР	ИП			месяц			месяц			месяц			месяц		
1. Постановка целей и задач	4	-	4,1	4,1												
2. Составление и утверждение тех. задания	1	4	4,1	8,2												
3. Подбор и изучение материалов по теме	-	13	15,3	23,5												
4. Анализ условий автоматизации (цель, назначение, область использования)	2	8	8,9	32,4												
5. Анализ технических требований к автоматизированному объекту	2	8	8,9	41,3												
6. Теоретическое описание этапов проектирования	-	13	15,3	56,6												
7. Выбор технических средств для автоматизации	2	8	8,9	65,5												
8. Разработка функциональной схемы	-	4	4	69,5												
9. Разработка структурной схемы	-	4	4	73,5												
10. Типовые монтажные чертежи и конструктивные решения	1	4	4,7	78,2												
11. Оценка эффективности полученных результатов	4	-	4,1	82,3												
12. Составление и оформление отчетной документации	-	13	15,3	97,6												
Сдача проекта	-	2	2,4	100												

Таблица 4.3 – Линейный график

НР

ИП

## 4.2 Расчет сметы затрат на создание АСУ ТП

В состав затрат на создание проекта АСУ ТП включается стоимость всех расходов, необходимых для реализации комплекса работ, составляющих содержание данной разработки. Расчет сметной стоимости на выполнение данной разработки производится по следующим статьям затрат:

- материалы и покупные изделия;
- основная заработная плата;
- дополнительная заработная плата;
- отчисления в социальные фонды;
- расходы на электроэнергию;
- амортизационные отчисления;
- работы, выполняемые сторонними организациями;
- прочие расходы.
- 

### 4.2.1 Расчет затрат на материалы

Отражает стоимость материалов с учетом транспортно-заготовительных расходов (1% от стоимости материалов), используемых при разработке проекта АСУ ТП.

Таблица 4.4 – Расходные материалы

Наименование материалов	Цена ед., (руб.)	Количество	Сумма, (руб.)
Флеш-карта 1 GB	260	1 шт.	260
Бумага формата А4	280	1 пач.	280
Картридж для принтера	780	1 шт.	780
Ручка шариковая	30	1 шт.	30
Карандаш	43	2 шт.	86
Итого			1436

Согласно таблице 4.4 расход на материалы составляет  $C_{\text{мат}} = 260 + 280 + 780 + 30 + 86 = 1436$  руб.

### 4.2.2 Расчет заработной платы

Под основной заработной платой понимаем заработную плату руководителя и инженера. Размер основной заработной платы устанавливается, исходя из численности исполнителей, трудоемкости и средней заработной

платы за один рабочий день. Месячный оклад руководителя составляет 12 800 руб., инженера – 10 300 руб.

Средняя заработная плата рассчитывается следующим образом:

Дневная з/плата = Месячный оклад/ 20,83 день,

Соответственно дневной оклад руководителя равен 614,49 руб., а инженера-программиста – 494,48 руб.

Расчеты затрат на основную заработную плату приведены в таблице 5. При расчете учитывалось, что в году 250 рабочих дней и, следовательно, в месяце 20,83 рабочий день, а затраты времени на выполнение работы по каждому исполнителю брались из таблицы 4.3. Коэффициент, учитывающий коэффициент по премиям  $K_{пр}=40\%$ , районный коэффициент  $K_{рк}=50\%$  ( $K = K_{пр} + K_{рк} = 1 + 0,4 + 0,5 = 1,9$ );

Таблица 4.5 – Затраты на основную заработную плату

Исполнители	Оклад	Среднедневная ставка, руб/день	Затраты времени, дни	Коэффициент	Фонд з/пл, руб.
Руководитель	12 860	614,49	9,2	1,9	10 741,28
Инженер-проектировщик	10 300	494,48	54	1,9	50 733,64
Итого					61 474,92

Основная заработная плата  $C_{осн}$  будет равна 61 474,92 руб.

#### 4.2.3 Расчет отчислений от заработной платы

Затраты по этой статье составляют отчисления по единому социальному налогу (ЕСН).

Отчисления от заработной платы определяются по следующей формуле:

$$C_{соцф} = K_{соцф} * C_{осн},$$

где  $K_{соцф}$  - коэффициент, учитывающий размер отчислений из заработной платы, он включает в себя:

- 1) отчисления в пенсионный фонд ;
- 2) на социальное страхование;
- 3) на медицинское страхование,

и составляет 26% от затрат на заработную плату.

$$C_{соцф} = 0,26 * 61\,474,92 = 15\,983,48 \text{ руб.}$$

#### 4.2.4 Расчет затрат на электроэнергию

Затраты на электроэнергию состоят из затрат на электроэнергию при работе оборудования во время разработки проекта, и из затрат на электроэнергию, потраченную на освещение.

Затраты на электроэнергию при работе оборудования для технологических целей рассчитывают по формуле:

$$\mathcal{E}_{об} = P_{об} \cdot C_э \cdot t_{об}, \quad (4.13)$$

где  $\mathcal{E}_{об}$  – затраты на электроэнергию потребляемую оборудованием, руб.;

$P_{об}$  – мощность, потребляемая оборудованием, кВт;

$C_э$  – тарифная цена за 1кВт·час,  $C_э = 2,05$  руб.;

$t_{об}$  – время работы оборудования, час.

Мощность, потребляемая оборудованием, определяется по формуле:

$$P_{об} = P_{уст. об} \cdot K_c, \quad (4.14)$$

где  $P_{об}$  – мощность, потребляемая оборудованием, кВт;

$P_{уст. об}$  – установленная мощность оборудования, кВт;

$K_c$  – коэффициент спроса, зависит от количества загрузки групп электроприемников, для технологического оборудования малой мощности,  $K_c = 1$

Затраты на электроэнергию для технологических целей приведены в таблице 4.6.

Таблица 4.6 – Затраты на электроэнергию для технологических целей

Наименование оборудования	Время работы оборудования, час, $t_{об}$	Потребляемая мощность, $P_{об}$ , кВт	Затраты, $\mathcal{E}_{об}$ , руб.
Персональный компьютер	600	0,300	257,4
Струйный принтер	10	0,1	1,43
Итого			259,83

Затраты на электроэнергию, для освещения помещения, где разрабатывается автоматизация, рассчитывают по формуле:

$$7 \text{ Э}_{\text{ос}} = P_{\text{об}} \cdot \text{Ц}_{\text{э}} \cdot t_{\text{об}}, \quad (4.15)$$

где  $\text{Э}_{\text{ос}}$  – затраты на электроэнергию, для освещения, руб.;

$P_{\text{об}}$  – мощность, потребляемая оборудованием, кВт;

$\text{Ц}_{\text{э}}$  – тарифная цена за 1кВт·час,  $\text{Ц}_{\text{э}} = 2,05$ ;

$t_{\text{об}}$  – время работы оборудования, час.

Мощность, потребляемая освещением, определяется по формуле:

$$7 P_{\text{ос}} = P_{\text{уст. ос}} \cdot K_{\text{с}} \cdot N_{\text{св}}, \quad (4.16)$$

где  $P_{\text{ос}}$  – мощность, потребляемая освещением, кВт;

$P_{\text{уст. ос}}$  – установленная мощность светильников,  $P_{\text{уст. ос}} = 0,08$  кВт;

$K_{\text{с}}$  – коэффициент спроса, зависит от количества, загрузки, групп электроприемников, для внутреннего освещения,  $K_{\text{с}} = 0,9$ ;

$N_{\text{св}}$  – количество светильников,  $N_{\text{св}} = 2$  шт.;

$$P_{\text{ос}} = 0,08 \cdot 0,9 \cdot 2 = 0,14 \text{ кВт},$$

Время работы освещения  $t_{\text{ос}}$  определяется по формуле:

$$t_{\text{ос}} = t_{\text{сут}} \cdot T, \quad (4.17)$$

где  $t_{\text{ос}}$  – время работы освещения, час;

$t_{\text{сут}}$  – длительность работы освещения за смену, час;

$T$  – время, затраченное на проведение работ,  $T = 54$  дней.

$$t_{\text{ос}} = 8 \cdot 54 = 432 \text{ час}.$$

Общие затраты на электроэнергию определяются по формуле:

$$7 \text{ Э} = \text{Э}_{\text{об}} + \text{Э}_{\text{ос}}, \quad (4.18)$$

где  $\text{Э}$  – затраты на электроэнергию, руб.;

$\text{Э}_{\text{об}}$  – затраты на электроэнергию, потребляемую оборудованием, руб.;

$\text{Э}_{\text{ос}}$  – затраты на электроэнергию, затраченную на освещение, руб.

$$\text{Э}_{\text{ос}} = 0,14 \cdot 2,05 \cdot 432 = 123,984 \text{ руб.}$$

$$\text{Э} = 259,83 + 123,984 = 380,814 \text{ руб.}$$

#### 4.2.5 Расчет амортизационных расходов

В статье амортизационные отчисления от используемого оборудования рассчитывается амортизация за время выполнения работы для оборудования, которое имеется в наличии.

Амортизационные отчисления рассчитываются на время использования ПЭВМ по формуле:

$$C_{ам} = \frac{H_A * C_{об}}{F_d} * t_{рм} * n, \quad (4.19)$$

где  $H_A$  - годовая норма амортизации,  $H_A = 25\%$ ;

$C_{об}$  - цена оборудования,  $C_{об} = 30000$  руб.;

$F_d$  - действительный годовой фонд рабочего времени,  $F_d = 1993$  часа;

$t_{рм}$  - время работы ВТ при создании программного продукта,  $t_{рм} = 432$  часов.

$n$  – число задействованных ПЭВМ,  $n=1$ .

$$C_{ам} = (0,25 * 30\,000 * 432) / 1993 = 1\,625,7 \text{ рублей}$$

#### 4.2.6 Расчет прочих расходов

В статье «прочие расходы» отражены расходы на разработку проекта АСУ ТП, которые не учтены в предыдущих статьях.

Прочие расходы составляют 5-20% от единовременных затрат на выполнение программного продукта и проводятся по формуле:

$$C_{пр} = (C_{мат} + C_{з/п} + C_{соцф} + Э + C_{ам}) * 0,05 \quad (4.20)$$

$$C_{пр} = (1\,055 + 61\,474,92 + 15\,983,48 + 380,81 + 1\,625,7) * 0,05 = 4\,024,30 \text{ руб.}$$

#### 4.2.7 Расчет общей себестоимости разработки

Проведя расчет сметы затрат на разработку, можно определить общую стоимость разработки проекта АСУ ТП.

Таблица 4.7 – Смета затрат на разработку проекта.

№	Статья затрат	Условное обозначение	Сумма, руб.
1	Материалы и покупные изделия	$C_{мат}$	1 055
2	Основная заработная плата	$C_{оснз/п}$	61 474,92
3	Отчисления в социальные фонды	$C_{соцф}$	15 983,48
4	Расходы на электроэнергию	Э	380,814
5	Амортизационные отчисления	$C_{ам}$	1 625,7
6	Работы, выполняемые сторонними организациями	$C_{стор}$	—
7	Прочие расходы	$C_{проч}$	4 024,30
Итого			84 544,214

Таким образом, расходы на данную разработку состоят из **84 544,214** рублей.

### 4.3 Оценка научно-технического уровня

Важнейшим результатом проведения ВКР является его научно-технический эффект (или научно-технический уровень), который характеризует, в какой мере выполнены работы и обеспечивается ли научно-технический прогресс в данной области.

На основе оценок новизны результатов, их ценности, масштабам реализации определяется показатель научно-технического уровня по формуле:

$$H_m = \sum_{i=1}^n K_i \cdot P_i$$

где  $K_i$  – весовой коэффициент  $i$ -го признака научно-технического эффекта;

$P_i$  – количественная оценка  $i$ -го признака научно-технического уровня работы.

Коэффициент  $K_i$  и оценка  $P_i$  выбираются из таблиц, приведенных ниже.

Таблица 4.8 – Признаки научно-технического эффекта.

Признак научно-технического эффекта НИР (i)	Примерные значения весового коэффициента ( $K_i$ )
Уровень новизны	0,8
Теоретический уровень	0,6
Возможные реализации	0,5

Количественная оценка уровня новизны ВКР определяется на основе значения баллов по таблице 4.9.

Таблица 4.9 – Количественная оценка уровня новизны ВКР.

Уровень новизны разработки	Характеристика уровня новизны	Баллы
Принципиально новая	Результаты исследований открывают новое направление в данной области науки и техники	8 – 10
Новая	По-новому или впервые объяснены известные факты, закономерности	5 – 7
Относительно новая	Результаты исследований систематизируют и обобщают имеющиеся сведения,	2 – 4



	определяют пути дальнейших исследований	
Традиционная	Работа выполнена по традиционной методике, результаты которой носят информационный характер	1
Не обладающая новизной	Получен результат который ранее был известен	0

Теоретический уровень полученных результатов ВКР определяется на основе значения баллов, приведенных в таблице 4.10.

Таблица 4.10 – Количественная оценка теоретического уровня ВКР.

<b>Теоретический уровень полученных результатов</b>	<b>Баллы</b>
Установление закона; разработка новой теории	10
Глубокая разработка проблемы: многоаспектный анализ связей, взаимозависимости между фактами с наличием объяснения	8
Разработка способа (алгоритм, программа мероприятий, устройство, вещество и т.п.)	6
Элементарный анализ связей между фактами с наличием гипотезы, симплексного прогноза, классификации, объясняющей версии или практических рекомендаций частного характера	2
Описание отдельных элементарных фактов (вещей, свойств и отношений); изложение опыта, наблюдений, результатов измерений	0,5

Возможность реализации научных результатов определяется на основе значения баллов по таблице 4.11.

Таблица 4.11– Возможность реализации научных результатов.

<b>Время реализации</b>	<b>Баллы</b>
В течении первых лет	10
От 5 до 10 лет	4
Более 10 лет	2
<b>Масштабы реализации</b>	<b>Баллы</b>

Одно или несколько предприятий	2
Отрасль (министерство)	4
Народное хозяйство	10

Примечание: Баллы по времени и масштабам складываются.

Результаты оценок признаков отображены в таблице 4.12.

Таблица 4.12– Количественная оценка признаков ВКР.

<b>Признак научно-технического эффекта ВКР</b>	<b>Характеристика признака ВКР</b>	<b>К<sub>і</sub></b>	<b>П<sub>і</sub></b>
1. Уровень новизны	Систематизируют и обобщают сведения, определяют пути дальнейших исследований	0,8	4
2. Теоретический уровень	Разработка способа (алгоритм, <i>программа мероприятий</i> , устройство, вещество и т.п.)	0,6	6
3. Возможность реализации	Время реализации – в течение первых лет	0,5	10
	Масштабы реализации – предприятие		2

Используя исходные данные по основным признакам научно-технической эффективности ВКР, определяем показатель научно-технического уровня:

$$H_m = 0,8 \cdot 4 + 0,6 \cdot 6 + 0,5 \cdot (10 + 2) = 12,8.$$

Таблица 4.13 – Оценка уровня научно-технического эффекта.

<b>Уровень научно-технического эффекта</b>	<b>Показатель научно-технического эффекта</b>
Низкий	1 – 4
Средний	4 – 7
Сравнительно высокий	7– 10
Высокий	10 – 13

В соответствии с таблицей 4.13, уровень научно-технического эффекта настоящей работы – высокий.

#### 4.4 Расчёт показателей экономической эффективности проекта

Численность работников определяется отдельно по каждому виду работ специфических для хозяйства сигнализации и связи, т.е. по текущему обслуживанию и эксплуатации устройств автоматики и связи:

$$Ч = 1,05 \cdot \frac{\sum T_n}{T_n}, \quad (4.21)$$

где  $T_n$  - затраты времени;

$T_n$  - среднемесячная норма времени.

Норма времени на 2015 год составляет 1992 ч., месячная норма – 166 ч.

Согласно данным графиков технологического процесса обслуживания устройств КТСМ-01 затраты времени по должностям в месяц (для тринадцати установок КТСМ-01 участка Б – К, и девяти установок участка Д - К) складываются из затрат на выполнение четырехнедельного и годового графиков.

Нормы времени для обслуживания двадцати двух установок КТСМ – 01 составляют 1389,45 часов, ПОНАБ – 3 – 3926, 2 часов.

По формуле 4.21 рассчитаем численность работников необходимых для обслуживания устройств КТСМ-01 и ПОНАБ – 3. Получим:

- КТСМ – 01 – 12,89 человек;
- ПОНАБ – 3 – 22,83 человека.

$$\Delta Ч = Ч_{п} - Ч_{к}, \quad (4.22)$$

где  $Ч$  – разница в численности работников.

$Ч_{п}$  - численность работников обслуживающих ПОНАБ;

$Ч_{к}$  - численность работников обслуживающих КТСМ.

$$\Delta Ч = 9,94 \text{ человека,}$$

Из выше сказанного видно, что для обслуживания устройств КТСМ – 01 требуется почти в два раза меньше численность контингента, следовательно, и расходы по оплате труда снизятся.

По формуле 4.23 рассчитаем производительность труда работников обслуживающих КТСМ.

$$\Delta П_{т} = \Delta Ч / Ч_{б} - \Delta Ч, \quad (4.23)$$

где  $\Delta П$  – производительность труда;

$Ч_{б}$  – базисная численность (работники ПОННАБ)

$$\Delta П_{т} = 76\%$$

Обслуживание устройств КТСМ-01 участках Б – К и Д – К заняты 11 электромехаников 9-го разряда и 2 старший электромеханика 11-ого разряда.

На сумму оклада производятся начисления:

1. 20%-ная надбавка работников железных дорог Сибири и Дальнего Востока на оклад;
2. Премия – 25% на оклад;
3. Районный коэффициент (начисляется на все выплаты кроме 20%-ной надбавки работникам Сибири и Дальнего Востока) – 15%;
4. Вознаграждение за непрерывный стаж работы (выслугу лет) – в зависимости от стажа работы до 30% на оклад.

Результаты расчетов приведены в таблице 4.14

Таблица 5.14 Фонд заработной платы работников обслуживающих устройства

Должность работника	ШНС	ШН	Итого
Разряд	11	9	
Численность, чел.			
КТСМ – 01	2	11	13
ПОНАБ – 3	3	20	23
Должностной оклад	4456	3241	
Премия	1114,00	835,25	
20 % доплата работникам железной дороги	891,20	668,20	
Районный коэффициент	835,50	626,44	
Выслуга лет	1670,00	100,30	
Итого за месяц, руб			
КТСМ – 01	17933,40	71205,20	89138,60
ПОНАБ – 3	26900,01	129464,00	156364,01
Всего за год, тыс. руб.			
КТСМ – 01	215,16	854,43	1069,59
ПОНАБ – 3	322,80	1553,58	1876,38

Из полученных результатов находим разницу в фонде заработной платы работников обслуживающих устройства КТСМ – 01 и ПОНАБ – 3 (ФОТ).

$$\Delta \text{ФОТ} = \text{ФОТ}_{\text{п}} - \text{ФОТ}_{\text{к}}, \quad (4.24)$$

где  $\text{ФОТ}_{\text{п}}$  – фонд оплаты работников ПОНАБ;

$\text{ФОТ}_{\text{к}}$  - фонд оплаты работников КТСМ.

$\Delta \text{ФОТ} = 806071$  рублей.

К эксплуатационным затратам относятся и отчисления на социальное страхование, которые составляют 36,3% от фонда заработной платы (расчеты всех затрат сведены в таблицу 4.15).

Внедрение новой аппаратуры позволяет экономить на затратах на оплату потребляемой электроэнергии. Так потребляемая мощность аппаратурой ПОНАБ – 3 составляет 1,6 кВт/ч, а системой КТСМ–01 – 1,5 кВт/ч. Затраты на оплату потребляемой двадцатью двумя установками КТСМ и ПОНАБ энергии представлены в таблице 4.15.

Как говорилось выше производство аппаратуры ПОНАБ - 3 и запасных частей к ней было завершено давно. Это отрицательно сказывалось на ремонте этой аппаратуры. Все блоки ПОНАБ выполнены на полупроводниковых приборах (транзисторы, диоды и т.д.), из-за старения которых происходило большое число повреждений. В среднем на каждую установку ПОНАБ – 3 в среднем приходилось по 3 таких повреждения в месяц. Часть повреждений приходилось на неисправности напольного оборудования, но так как при внедрении КТСМ – 01 напольное оборудование не менялось, то затраты на его обслуживание остались прежние. Общее количество повреждений блоков ПОНАБ для дистанции составляло 792 случая в год.

В результате применения в комплексе КТСМ современных аппаратных средств и компонентов, сокращение числа регулировок повысились показатели надежности и снизились эксплуатационные расходы на техническое обслуживание и ремонт.

Количество повреждений, приходящихся на выход из строя элементов системы, составляет в среднем одно на установку. Большинство из них приходится на неисправность резисторов регулировки усиления находящихся в блоке БСУ.

Экономические затраты на материалы для устранения этих повреждений представлены в таблице 4.15.

По формуле 4.25 определим срок окупаемости.

$$O = K/\Delta \text{ФОТ} + \Delta C_{\text{соц}} + \Delta C_{\text{спр}} + \Delta C_{\text{мат}} + \Delta C_{\text{эл}} \quad (4.25)$$

где К – капитальные затраты на внедрение КТСМ - 01;

Δ С – экономия затрат на социальные отчисления, прочие расходы, материалы и электроэнергию.

Получим: О = 1,63 года.

Таким образом, при стоимости одной установки в 90 тысяч рублей, срок окупаемости составит примерно 1,63 года.

По формуле 4.26 определим амортизационные отчисления А.

$$A = K / T \quad (4.26)$$

где Т – срок полезного использования аппаратуры (5 лет).

$$A = 396000 \text{ рублей.}$$

Таблица 4.15 – Эксплуатационные расходы

Показатель	Расходы			
	КТСМ – 01	%	ПОНАБ – 3	%
Затраты, тысячи рублей				
ФОТ	1069,59	51,54	1876,138	64,58
Социальные отчисления	331,87	15,99	670,86	23,53
Электроснабжение	231,68	11,16	246,68	8,59
Материалы	0,43	0,02	7,92	0,27
Прочие, 5%	45,71	2,20	92,25	3,23
Амортизация	396	19,09	0	0
Итого	2075,25	100	2865,85	100

Из таблицы 4.15 видно, что ФОТ при обслуживании ПОНАБ - 3 составляет большее число процентов от общей суммы эксплуатационных расходов чем при обслуживании КТСМ – 01. Общие же расходы на эксплуатацию КТСМ – 01 по сравнению с ПОНАБ снижаются на 27,6 %.

Из вышесказанного можно сделать вывод, что модернизация ПОНАБов экоэкономически выгодна.

## ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

Группа	ФИО
3-8202	Сафронов Сергей Викторович

Институт	Кибернетики	Кафедра	ИКСУ
Уровень образования	Специалист	Направление/специальность	Автоматизация технологических процессов и производств в нефтегазовой отрасли

### Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:

1. Характеристика объекта исследования (вещество, материал, прибор, алгоритм, методика, рабочая зона) и области его применения	<b>Прибор обнаружения неисправных (нагретых) аварийных букс (ПОНАБ) – служит для выявления перегретых (неисправных) букс в проходящих составах во время движения поезда. Располагаются на подходах к станциям, имеющим пункты технического обслуживания (ПТО), к станциям, которые примыкают к крупным искусственным сооружениям и на станциях с контрольными постами, располагающимися на расстоянии 30-50 км параллельно участкам безостановочного следования.</b>
--	--

### Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

<p><b>1. Производственная безопасность</b></p> <p>1.1. Анализ выявленных вредных факторов при разработке и эксплуатации проектируемого решения в следующей последовательности:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– физико-химическая природа вредности, её связь с разрабатываемой темой;</li> <li>– действие фактора на организм человека;</li> <li>– приведение допустимых норм с необходимой размерностью (со ссылкой на соответствующий нормативно-технический документ);</li> <li>– предлагаемые средства защиты;</li> <li>– (сначала коллективной защиты, затем – индивидуальные защитные средства).</li> </ul> <p>1.2. Анализ выявленных опасных факторов при разработке и эксплуатации проектируемого решения в следующей последовательности:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– механические опасности (источники, средства защиты);</li> <li>– термические опасности (источники, средства защиты);</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Повышенный уровень шума на рабочем месте;</li> <li>- Отклонение показателей микроклимата;</li> <li>- Отсутствие или недостаток естественного света;</li> <li>- Повышенное значение напряжения в электрической цепи, что может привести к поражению электричеством при неправильной эксплуатации;</li> <li>- Возможность возникновения пожара при неправильной эксплуатации электрооборудования.</li> </ul>
--	---

<ul style="list-style-type: none"> <li>– электробезопасность (в т.ч. статическое электричество, молниезащита – источники, средства защиты);</li> <li>– пожаровзрывобезопасность (причины, профилактические мероприятия, первичные средства пожаротушения).</li> </ul>	
<p><b>2. Экологическая безопасность:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– защита селитебной зоны</li> <li>– анализ воздействия объекта на атмосферу (выбросы);</li> <li>– анализ воздействия объекта на гидросферу (сбросы);</li> <li>– анализ воздействия объекта на литосферу (отходы);</li> <li>– разработать решения по обеспечению экологической безопасности со ссылками на НТД по охране окружающей среды.</li> </ul>	<p>- Анализ воздействия на литосферу, утилизация отходов.</p>
<p><b>3. Безопасность в чрезвычайных ситуациях:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– перечень возможных ЧС при разработке и эксплуатации проектируемого решения;</li> <li>– выбор наиболее типичной ЧС;</li> <li>– разработка превентивных мер по предупреждению ЧС;</li> <li>– разработка действий в результате возникшей ЧС и мер по ликвидации её последствий.</li> </ul>	<p>- Возможные ЧС на объекте: сходы подвижного состава, крушения, аварии, пожары, взрывы, утечки опасных грузов. Наиболее типичной ЧС является пожар</p>
<p><b>4. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– специальные (характерные при эксплуатации объекта исследования, проектируемой рабочей</li> </ul>	<p>- Организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны</p>



зоны) правовые нормы трудового законодательства; – организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны.	
--	--

<b>Дата выдачи задания для раздела по линейному графику</b>	
---	--

**Задание выдал консультант:**

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Извеков Владимир Николаевич	к.т.н.		

**Задание принял к исполнению студент:**

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-8202	Сафронов Сергей Викторович		

## 5 Социальная ответственность

В данной ВКР рассматриваются вопросы теории аппаратного контроля букс при движении поезда, модернизация существующих средств контроля, построение на современной микропроцессорной элементной базе. Произведен сравнительный анализ систем диагностики. Рассчитаны выявляемость и подтверждаемость неисправных буксовых узлов

Социальная ответственность играет важнейшую роль на всех этапах подготовки и принятия управленческих решений и является важным фактором динамичного развития Компании. Сегодня ни одно ключевое решение в структуре ОАО "РЖД" не принимается без учета интересов государства, клиентов, инвесторов, персонала.

Важной функцией корпоративной социальной ответственности является управление нефинансовыми рисками. В связи с этим социальная отчетность ОАО "РЖД", подготовленная с учетом рекомендаций международных стандартов в области нефинансовой отчетности, призвана не только продемонстрировать обществу и инвесторам качество управления нефинансовыми рисками и уровень социальной ответственности Компании, но и является реальным инструментом корпоративного управления.

В 2007 году ОАО "РЖД" был разработан и введен в действие ряд новых механизмов социальной ответственности. Это касается в первую очередь пилотных проектов в области социальной защиты, охраны окружающей среды, менеджмента качества. ОАО "РЖД" вступило в РСПП и присоединилось к Глобальному договору ООН и Социальной хартии Российского бизнеса.

Важным инструментом коммуникаций между компанией и заинтересованными сторонами в области социальной ответственности является корпоративный социальный отчет. В нем содержится информация по всем направлениям корпоративной социальной ответственности, реализуемым в ОАО "РЖД", а именно:

информация об ответственности перед персоналом, обществом, потребителями и деловыми партнерами;

сведения об ответственности за охрану окружающей среды и рациональное природопользование;

анализ управленческих подходов - мероприятия и показатели результативности по обеспечению устойчивого экономического, экологического и социального развития Компании.

### 5.1. Производственная безопасность.

Анализ вредных и опасных производственных факторов, обоснование мероприятий по их устранению

Таблица 5.1 – Основные элементы производственного процесса, формирующие опасные и вредные факторы.

Источник фактора, наименование видов работ	Факторы (по ГОСТ 12.0.003-74)		Нормативные документы
	Вредные	Опасные	
1	2	3	4
Оборудование под напряжением		Повышенное значение напряжения в электрической цепи, замыкание которой может произойти через тело человека	ГОСТ 12.1.03 8–82 ССБТ.
При проходе подвижного состава	Повышенный уровень шума на рабочем месте		ГОСТ 12.1.00 3–83 ССБТ
Работа по обслуживанию ПОНАБ	Отклонение показателей микроклимата на открытом воздухе;		СанПиН 2.2.4-548-96
Работа по обслуживанию ПОНАБ	Недостаточная освещенность		СанПиН 2.2.1

Опасные и вредные производственные факторы, возникающие в процессе обслуживания ПОНАБ представлены в Таблице 5.1.

#### 5.1.1 Техника безопасности

Техническая реконструкция железнодорожного транспорта на основе

электрификации и широкого внедрения устройств автоматики и телемеханики способствует улучшению условий труда железнодорожников. Внедрение новой техники и прогрессивных технологий позволило исключить некоторые опасные для человека технологические операции и значительно изменить характер трудовых функции многих работников. Все более увеличивается доля высококвалифицированных рабочих, в трудовой деятельности которых преобладают элементы инженерно-технического труда. Однако полностью исключить нахождение человека на путях станций и перегонов и работу его в опасной зоне движения подвижного состава в современных условиях не представляется возможным.

Для решения задач по повышению эффективности работ железнодорожного транспорта необходимо внедрение новых технических средств и мероприятий обеспечивающих безопасность труда работников железной дороги. Использование таких средств и мероприятий необходимо рассматривать как одну из должностных обязанностей руководящих и инженерно-технических работников.

Трудно провести грань по воздействию на организм человека между опасными и вредными факторами условий труда, так как один и тот же фактор может оказаться причиной заболевания и травм. Например: шум является причиной слуховых заболеваний, он же является причиной наезда подвижного состава на людей.

Рабочие места большинства работников занятых обслуживанием устройств, находящихся на перегоне (АБ, ПОНАБ), расположены внутри рельсовой колеи или в непосредственной близости от нее. В условиях движения поездов эти лица подвергаются значительной опасности.

Чтобы избежать травматизма рабочий должен своевременно выйти из опасной зоны в безопасную.

На величину времени выхода человека из этой зоны влияют его возраст, квалификация, стаж работы, пол, степень утомления и время суток, количественные и качественные показатели сигнала опасности, шум, слепящее действие. Максимальное время выхода по данным измерений и расчетов составляет в среднем для работников СЦБ – 10 секунд.

Интенсивные шумы приглушают сигналы, оповещающие об опасности, недостаточная освещенность, наличие кривых участков усугубляют опасность

наезда и травматизма работающих.

Основными причинами наездов подвижного состава на работников находящихся на перегонах являются:

- недостаточное расстояние между осями путей для обеспечения удобств в работе и безопасности труда при размещении на междупутье технологического оборудования;
- неисправность или несовершенство конструкций подвижного состава, тормозной путь;
- нарушение габарита приближенных строений;
- отсутствие средств ограждения рабочего места, средств оповещения о приближении поезда;
- отсутствие или низкое качество технологии работ (работы в одно лицо);
- неудовлетворительное наблюдение за свободностью пути и не подача сигнала локомотивной бригадой;
- неудовлетворительное содержание междупутья;
- несоответствие квалификации и состоянию здоровья работающего;
- низкая трудовая дисциплина;
- неудовлетворительное состояние или отсутствие спецодежды, обуви;
- нарушение режимов труда и отдыха;
- неблагоприятные метеорологические условия;
- шум.

### **5.1.2 Электробезопасность**

*Электробезопасность* - система организационных и технических мероприятий и средств, обеспечивающих защиту людей от вредного и опасного воздействия электрического тока, электрической дуги, электромагнитного поля и статического электричества.

Все путевые работы на электрифицированных участках железных дорог руководитель работ должен организовать так, чтобы исключалась возможность приближения рабочих и применяемых ими приспособлений на расстояние менее чем 2м к находящимся под напряжением и неогражденным проводам или частям контактной сети и ВЛ.

Организация и безопасное выполнение работ осуществляются в соответствии с Правилами.

При производстве путевых работ без снятия напряжения с контактной сети необходимо принять меры, исключающие нарушение цепи протекания по рельсам обратного тягового тока.

После выполнения работ отводимые заземляющие и соединительные провода и перемычки должны быть прикреплены к шпалам так, чтобы исключалась возможность касания их с соседними рельсами.

Работникам хозяйства пути запрещается:

отключать от рельсов рабочие заземления;

отключать от рельса перемычку ДТ, а также среднюю точку ДТ.

Смену рельсов, к которым подключена отсасывающая линия или другое рабочее заземление, разрешается производить только с отключением соответствующей электроустановки и под наблюдением представителя ЭЧ, а при замене ДТ — и электромеханика СЦБ. При подключении отсасывающей линии или рабочего заземления к дополнительному (третьему) ДТ присутствие электромеханика СЦБ не обязательно. Все отсоединения и подключения отсасывающих линий, и других рабочих заземлений выполняются работниками дистанции электроснабжения, а отключение и присоединение к рельсу перемычек от ДТ и к самим ДТ выполняются электромехаником СЦБ.

В местах прохода над пешеходными мостами питающих и отсасывающих линий контактной сети и ВЛ сверху на мостах устанавливаются сплошные ограждения, верхняя часть которых должна быть полностью или частично металлической. На каждом предохранительном щите дистанцией электроснабжения должен быть укреплен предупреждающий знак безопасности "Осторожно! Электрическое напряжение" (рис.1.).



Рис. 5.1 – Знак безопасности труда "Осторожно! Электрическое напряжение" (фон желтый, кайма и стрела черные)

Соответствующими подразделениями этот знак безопасности устанавливается или наносится несмываемой черной краской трафаретом также на опорах контактной сети и ВЛ в общедоступных местах, на верхних частях путевых машин, дрезин, автомотрис и локомотивов.

### **5.1.3 Производственная санитария**

Техника безопасности тесно связана с другим разделом охраны труда — производственной санитарией. При проведении мероприятий по технике безопасности учитываются требования по созданию системы организационных и санитарно-гигиенических средств, предотвращающих или уменьшающих воздействие вредных производственных факторов на работающих.

Вредными считаются такие производственные факторы, воздействие которых на работающих в определенных условиях приводит к заболеванию или снижению работоспособности. Производственная санитария рассматривает вопросы санитарного благоустройства и содержания территорий предприятий, улучшения условий труда, предупреждения профессиональных заболеваний и отравлений на производстве, а также охраны здоровья трудящихся. На тех предприятиях, где наблюдается устойчивая тенденция к снижению предельно допустимых концентраций (ПДК) вредных веществ в воздухе рабочей зоны, число случаев профессиональных заболеваний снижается. Главная цель при установлении ПДК — охрана здоровья работающих, т.е. предотвращение профессиональных заболеваний или каких-либо отклонений от нормального состояния организма человека в условиях ежедневного воздействия при работе токсических веществ неограниченно долгое время. Производственная санитария в более узком смысле — совокупность технических средств систем отопления и теплоснабжения, вентиляции и кондиционирования воздуха, защиты от шума, освещения на рабочих местах, водоснабжения и канализации, очистки сточных вод и т.п. Оздоровление и санитарная защита водоемов и воздушных бассейнов в значительной степени способствуют повышению уровня благоустройства населенных мест и созданию норм, санитарно-гигиенических условий труда и отдыха работающих.

Составная часть производственной санитарии — гигиена труда, которая изучает влияние на организм человека трудовых процессов и окружающей человека производственной среды, разрабатывает гигиенические нормативы и

мероприятия для обеспечения благоприятных условий труда и предупреждение профессиональных болезней.

#### 5.1.4 Шум

Характеристикой постоянного шума на рабочих местах являются уровни звукового давления в Дб в октавных полосах со среднегеометрическими частотами 31,5, 63, 125, 250, 500, 1000, 2000, 4000 Гц. Допустимым уровнем звукового давления в октавных полосах частот, уровни звука и эквивалентные уровни звука на рабочем месте следует принимать данные из таблицы 5.2. (Допустимые уровни звукового давления, ГОСТ 12.1.003–83 с изм. 1999 г.).

Таблица 5.2 - Уровни звука на рабочем месте

Рабочие места	Уровни звукового давления, дБ, в октавных полосах со среднегеометрическими частотами, Гц									Уровни звука и эквивалентные уровни звука, дБА
	31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	
Постоянные рабочие места и рабочие зоны в производственных помещениях и на территории предприятий	1107	995	887	882	778	775	773	771	669	80

Мероприятия по защите от шума рабочих мест промышленных предприятий в первую очередь обеспечиваются следующими строительно-акустическими методами:

Рациональное с акустической точки зрения решением генерального плана объекта, рациональным архитектурно-планировочным решением зданий. Основным принципом защиты является группировка помещений с повышенным уровнем шума и их обособленное расположение от других частей здания. Что касается оборудования этих помещений, то наиболее благоприятной считается установка его в центре помещения. В этом случае рядом будет находиться только одна отражающая поверхность – пол. При установке оборудования у стены она также будет отражать звуковые волны, и шум будет усиливаться. Этот принцип действует и для защиты от структурного



шума, с той лишь разницей, что оборудование не должно касаться стен помещения.

Применение ограждающих конструкций зданий с требуемой звукоизоляцией. Ограждающими конструкциями зданий являются стены, перекрытия, перегородки и т.п. Они делятся на внешние и внутренние. Внешние служат для защиты от различных климатических факторов, а внутренние ограждающие конструкции - для разделения и перепланировки внутреннего пространства здания.

Элементы ограждений рекомендуется проектировать из материалов с плотной структурой, не имеющей сквозных пор. Ограждения, выполненные из материалов со сквозной пористостью, должны иметь наружные слои из плотного материала, бетона или раствора.

Внутренние стены и перегородки из кирпича, керамических и шлакобетонных блоков рекомендуется проектировать с заполнением швов на всю толщину (без пустошовки) и оштукатуренными с двух сторон безусадочным раствором.

Ограждающие конструкции необходимо проектировать так, чтобы в процессе строительства и эксплуатации в их стыках не было и не возникло даже минимальных сквозных щелей и трещин. Возникающие в процессе строительства щели и трещины после их расчистки должны устраняться конструктивными мерами и заделкой невысыхающими герметиками и другими материалами на всю глубину.

Звукоизоляция конструкций здания осуществляется путем их обшивки звукопоглощающими материалами. Эффективность звукоизоляции зависит от типа используемого материала и от его толщины. Наиболее эффективными являются волокнистые материалы, которые, благодаря своей структуре, пропускают лишь малый процент шума.

#### **5.1.5 Отклонение показателей микроклимата**

Каждый работодатель обязан обеспечить сотрудникам комфортные и безопасные условия труда. С этой целью в организации периодически должна проводиться аттестация рабочих мест. Одним из критериев, по которому определяется «пригодность» рабочего места для постоянного пребывания сотрудников, является микроклимат окружающей среды. Сегодня мы

расскажем о санитарных правилах и нормах, определяющих состояние микроклимата на рабочем месте. А также о том, кто и в каком порядке осуществляет контроль за его показателями.

Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений позволяют поддерживать на рабочем месте здоровую, благоприятную для организма человека обстановку. Они содержатся в нормативном документе, утвержденном постановлением Госкомсанэпиднадзора России от 1 октября 1996 г. № 21. Этот документ является обязательным для соблюдения всеми организациями, учреждениями, предприятиями, независимо от их формы собственности и организационно-правовой формы. Остановимся на рассмотрении его основных положений.

#### Показатели микроклимата

Прежде чем судить о микроклимате производственного помещения и принимать какие-то решения по его корректировке, нужно определенным образом и по определенным параметрам «измерить» его реальное состояние.

В соответствии с пунктом 4.3 Санитарных правил микроклимат производственного помещения измеряется при помощи заранее установленных показателей. К их числу относятся такие показатели, как:

- температура воздуха;
- температура поверхностей;
- относительная влажность воздуха;
- скорость движения воздуха;
- интенсивность теплового облучения.

Следует отметить, что указанные показатели могут варьироваться в зависимости от определенных условий. А именно от того, **в какой период года выполняется работа** на измеряемом участке (в холодный или в теплый) и **насколько эта работа интенсивна**.

Например, если работа выполняется **в холодное время года** и не связана с большой энергетической тратой человеческого организма (допустим, работа оператора за компьютером), параметры микроклимата в помещении должны быть следующими: температура воздуха **не менее + 22–24 °С** (температура поверхностей **не менее +21–25 °С**, относительная влажность воздуха **60–40%**, скорость движения воздуха **0,1 м/с**). А если работа выполняется **в теплое время года** и при ее выполнении организм тратит слишком много энергии

(например, работник разгружает «неподъемный» производственный инвентарь), температурная норма в помещении должна колебаться в пределах **+18–20 °С** (температура поверхностей не выше **+17–21 °С**, относительная влажность воздуха **60–40%**, а скорость движения воздуха **0,3 м/с**)..

Санитарные нормы, о которых мы ведем сегодня речь, дают четкую градацию условий микроклимата производственных помещений. В соответствии с этим документом условия окружающей среды подразделяются на оптимальные и допустимые.

**Оптимальные микроклиматические условия** отличаются тем, что они обеспечивают **полный комфорт** тепловому и функциональному состоянию организма человека в течение восьмичасовой рабочей смены. Происходит это при минимальном напряжении механизмов терморегуляции, не вызывает отклонений в состоянии здоровья. Оптимальные условия микроклимата создают предпосылки для высокого уровня работоспособности и являются предпочтительными на рабочих местах.

В обязательном порядке эти условия устанавливаются на рабочих местах производственных помещений, на которых выполняются работы операторского типа. Об этом прямо сказано в пункте 5.2 Санитарных правил. Обычно эти работы связаны с нервно-эмоциональным напряжением человека (работа в кабинах, на пультах и постах управления технологическими процессами, в залах вычислительной техники и др.). Перечень других рабочих мест и видов работ, при которых должны обеспечиваться оптимальные величины микроклимата, определяются Санитарными правилами по отдельным отраслям промышленности и другими документами, согласованными с органами Госсанэпиднадзора.

### **5.1.6 Освещенность**

С 15 февраля 2002 года введено в действие «Положение о контроле и надзоре за состоянием охраны труда на федеральном железнодорожном транспорте» № ЦБТ-829 от 30.05.2001 г. Оно определяет основные направления организации контроля и надзора за состоянием охраны труда на сети железных дорог, отдельных железных дорогах, в хозяйствах отрасли и организациях федерального железнодорожного транспорта.

В перечень нормируемых параметров световой среды входят: КЕО, % - коэффициент естественной освещенности; Е, лк - освещенность рабочей поверхности; прямая блескость (показатель ослепленности); Кп, % - коэффициент пульсации освещенности; отраженная блескость; L, кд/м<sup>2</sup> - яркость; С, отн. ед. - неравномерность распределения яркости в поле зрения пользователя компьютером.

От соблюдения норм освещения зависят производительность и качество транспортных работ, безопасность движения, исключение аварий и травматизма.

Системы внутреннего освещения объектов железнодорожного транспорта выполняются, как правило, светильниками с люминесцентными лампами разной мощности с использованием отечественных люминесцентных ламп типа ЛБ, ЛД, ЛДЦ, ЛЕЦ и их аналогами зарубежного производства.

В помещении ПОНАБ используют растровые зеркальные 4-х ламповые светильники разных производителей.

## **5.2 Экологическая безопасность**

### **5.2.1 Охрана литосферы**

В процессе обслуживания ПОНАБ появляются различные виды отходов. Металлические отходы собираются в предназначенные контейнеры и вывозятся на переработку. Бытовой мусор также собирается в предназначенный контейнер и утилизируется на специализированном полигоне. Отработанное масло, которое появляется при обслуживании электроприводов, собирается в специальные емкости и вывозится на переработку.

Для оценки плодородия почвы ее подвергают агрохимическому анализу, а для оценки степени ее загрязнения - санитарно-гигиеническому и эпидемиологическому анализу.

Знание механического и химического состава почвы важно не только для оценки ее плодородия, но также позволяет охарактеризовать способность почвы к самоочищению.

При агрохимических исследованиях определяют:

1) морфологические признаки - строение почвы, мощность почвы и отдельных ее горизонтов, окраску, механический состав, структуру, сложение, новообразования и включения;

2) физические свойства почв: гигроскопическую влажность, плотность, пористость, пластичность, липкость, набухание, влагоемкость, водопроницаемость;

3) физико-химические свойства - содержание гумуса, азота, фосфора, калия (общего содержания и подвижных форм), обменных катионов, кислотности почвы и других показателей.

При санитарно-гигиенических исследованиях основное внимание обращают на содержание загрязняющих химических, радиоактивных и других веществ, способных оказать влияние не только на плодородие почв, но и на состояние здоровья человека, на его генетический аппарат.

Полный санитарный анализ почвы включает определение: механического состава, влажности свежевзятого образца и гигроскопической влажности, содержания солей аммония, нитритов, нитратов, хлоридов; общего органического и почвенного азота; природного макро- и микроэлементного состава; вредных химических веществ, уровня радиации, общего числа микроорганизмов, коли-титра, титра анаэробов, содержания яиц гельминтов, личинок и куколок мух.

По схеме краткого санитарного анализа проводят определение влажности, хлоридов, окисляемости, санитарного числа, микробного числа, коли-титра, титра анаэробов, содержания яиц гельминтов, личинок и куколок мух.

При неблагоприятной эпидемиологической ситуации в схему включают изучение почвы на наличие патогенных (болезнетворных) бактерий и вирусов.

Основными критериями, используемыми для оценки степени загрязнения почв, должны быть предельно допустимые количества (ПДК 4п 0) и ориентировочно допустимые количества (ОДК) химических веществ в почве по ГОСТ 27593—88, нормативы допустимых количеств загрязняющих веществ в смежных природных средах и в сельскохозяйственной продукции, показатели санитарного состояния почв по ГОСТ 17.4.2.01-81.

При проведении контроля следует учитывать класс опасности химических веществ по ГОСТ 17.4.1.02-83, степень опасности патогенных и условно-патогенных организмов.

## **5.3 Безопасность в чрезвычайных ситуациях**

### **5.3.1 Оценка пожарной безопасности и мероприятий по устранению и предупреждению пожаров**

Железная дорога представляет собой потенциальную опасность для людей. Это связано с транспортировкой опасных грузов, скоплением их в поездах, на станциях, в складах, использованием горюче-смазочных материалов в виде топлива для локомотивов.

На территории ПОНАБ могут возникнуть различные ЧС: сходы подвижного состава, крушения, аварии, пожары, взрывы, утечки опасных грузов и другие происшествия, которые могут привести к гибели, ранению, массовым отравлениям людей, животных, нанесению экологического ущерба и материального урона

Наиболее вероятной и опасной ЧС на ПОНАБ является возникновение пожара.

Основными причинами пожаров на железнодорожном транспорте является неосторожное обращение с огнём, искры локомотивов, печей вагонов – теплушек, котлов отопления пассажирских вагонов, а также технические неисправности. На эту группу причин приходится более 60% всего количества пожаров и взрывов. Примерно по 10% приходится на нарушения государственных стандартов и правил погрузки ( вызывающие самовозгорание, трение упаковочной проволоки и т.п.), на попадание неустановленного источника зажигания внутрь вагонов и контейнеров или на открытый подвижной состав. Далее по степени убывания идут неисправность электрооборудования, недосмотр за приборами отопления и их неисправность, аварии и крушения, искры электросварки и прочие причины.

Следует отметить, что наибольшее количество пожаров возникает на подвижном составе (примерно 80% общего количества пожаров на железнодорожном транспорте ). Это вызывает необходимость разработки более эффективных мероприятий по предупреждению пожаров в грузовых и пассажирских вагонах, а также на локомотивах.

Для обеспечения пожарной безопасности в грузовом подвижном составе важное значение имеет постоянный контроль за качеством подготовки вагонов к перевозкам грузов, особенно пожаро – и взрывоопасных грузов, а также за выполнением грузоотправителями требований Правил погрузки и перевозок в

вагонах, в том числе при сопровождении проводниками. При осмотре и подготовке вагонов под погрузку особое внимание необходимо обращать на исправность кузова и крыши, на плотность прилегания дверей и люков, на исправность запоров. Тщательного осмотра и приёмки в поездах требуют вагоны, загруженные особо опасными и легковоспламеняющимися грузами. При обнаружении щелей и отверстий в кузове вагона, неплотностей в дверях, люках, печных разделках и т.п. неисправности немедленно устраняют или производят перегрузку грузов в исправные вагоны.

В подвижном составе необходимо на станциях формирования поездов проверить исправность отопительных устройств, осветительных приборов и электропроводки, а в пути следить за соблюдением пассажирами Правил пожарной безопасности, особенно в отношении провоза опасных грузов, запрещённых к перевозке в пассажирских вагонах.

При перевозке электрооборудования особое внимание обращают на состояние междувагонных электросоединений, осевого шкива, подвески генератора, запоров крышек аккумуляторных ящиков, карданно – редукторного привода, наличие и исправность различных предохранительных устройств, заземляющих элементов и других средств защиты.

Все обнаруженные при осмотре и приёмке вагонов неисправности должны быть устранены до подачи вагонов под посадку пассажиров.

На локомотивах, дизель- и электропоездах необходимо следить за исправным состоянием электрических сетей и электрооборудования, а также вспомогательных устройств и оборудования. Особую осторожность надо проявлять в аккумуляторных помещениях тепловозов и электровозов, не допуская там применения открытого огня.

Перед отправлением в рейс локомотивная и поездная бригада обязаны тщательно проверить наличие и исправность противопожарного оборудования и других средств защиты, установленных противопожарными нормами.

На предприятиях и складах, не представляющей особой пожарной опасности, проводят общие мероприятия по предупреждению пожаров и взрывов:

ограничивают суточной нормы расход горючего и легковоспламеняющихся жидкостей, используемых в процессе производства;

собирают в металлические ящики бывшие в употреблении обтирочные и другие материалы, пропитанные маслом, керосином, мазутом и т.п.;

убирают помещения и удаляют из них все горючие отходы производства после окончания работ

строго контролируют состояние электрических сетей светильников, электрооборудования и нагревательных приборов;

следят за тем, чтобы после окончания работы все огнедействующие приборы и освещение, кроме дежурного, были выключены;

содержат в чистоте чердачные помещения;

#### **5.4 Организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны**

**Рабочее место** - это зона пространства, оснащена необходимым оборудованием, где происходит трудовая деятельность одного работника или группы работников.

Рациональная планировка рабочего места должна обеспечивать: наилучшее размещение орудий и предметов труда, не допускать общего дискомфорта, уменьшать утомляемость работника, повышать его продуктивность труда. Площадь рабочего места должна быть такой, чтобы работник не делал лишних движений и не чувствовал неудобства во время работы. Важно иметь также возможность изменить рабочую позу, положение корпуса, рук, ног. Однако целесообразно исключить или минимизировать все физиологически неестественные и неудобные положения тела.

Проведенные исследования показывают, что при рациональной организации рабочих мест производительность труда растет на 15-25%

**Гигиенические требования определяют условия жизнедеятельности и работоспособности человека в процессе взаимодействия с техникой и средой;** показателями является уровень освещения, температура, влажность, шум, вибрация, токсичность, загазованность и тп.

**Антропометрические требования** определяют соответствие конструкций техники антропометрическим характеристикам человека (рост, размеры тела и отдельных двигательных звеньев). Показателями являются рациональная рабочая поза, оптимальные зоны достижения, рациональные трудовые движения.



**Физиологические и психофизиологические требования** определяют соответствие техники и среды возможностям работника относительно восприятия, переработки информации, принятия и реализации решений

**Организация рабочего места предусматривает:**

- правильное размещение рабочего места в производственном помещении;
- выбор эргономично обоснованного рабочего положения, производственных мебели с учетом антропометрическими характеристик человека;
- рациональная компоновка оборудования на рабочих местах;
- учета характера и особенностей трудовой деятельности

**Общие принципы организации рабочего места:**

- на рабочем месте не должно быть ничего лишнего. Все Необходимые для работы предметы должны быть рядом с работником, но не мешать ему;
- то предметы, которыми пользуются чаще, располагаются ближе, чем предметы, которыми пользуются реже;
- предметы, которые берут левой рукой, должны быть слева, а то предметы, которые берут правой рукой - справа;
- если используют обе руки, то местоположение приспособлений выбирается с учетом удобства захвата его двумя руками;
- рабочее место не должно быть загромождено;
- организация рабочего места должна обеспечивать Необходимую обзорность.

Статические напряжения работника в процессе труда связаны с поддержания в неподвижно состоянии предметов и орудий труда, а также поддержание рабочей позы.

## **Заключение**

В данном дипломном проекте сделана попытка связать воедино теоретические знания, полученные в процессе обучения в Томском политехническом университете со знаниями и опытом приобретенными в результате профессиональной деятельности, связанной с эксплуатацией электронных устройств контроля состояния буксовых узлов железнодорожного подвижного состава.

В результате выполнения дипломного проекта был разработан микроконтроллерный блок управления напольными камерами, позволяющий обеспечить совместную работу аппаратных средств устройства КТСМ-01, силового щита устройства ПОНАБ-3 и напольных камер ДИСК-Б. При этом расширены функциональные возможности устройства в целом за счет обеспечения более высокой точности поддержания температуры внутри напольных камер и возможности ее контроля без использования дополнительных приборов.

В ходе выполнения дипломного проекта были разработаны схемы блока управления: электрическая структурная, функциональная, а также рассмотрены основные принципы конструктивного исполнения. Базируется спроектированное устройство на микроконтроллере AT90S8535-4PC семейства AVR фирмы «Atmel», для которого было разработано программное обеспечение. Выполнено технико-экономическое обоснование разработки и проработаны вопросы безопасности жизнедеятельности.

Использование разработанного блока управления напольными камерами позволило решить острую проблему замены физически изношенного напольного оборудования и обеспечило дальнейшую работоспособность устройств КТСМ-01 без привлечения серьезных материальных затрат.

Модернизация рекомендована для внедрения на Западно-Сибирской железной дороге.

## Список используемых источников

1. Е. Е. Тресман, С.Н. Лозинский, В.Л. Образцов. Автоматизация контроля буксовых узлов в поездах. Москва. Транспорт. 2010г.
2. С.Н. Лозинский, А.Г. Алексеев, П.Н. Карпенко. Аппаратура автоматического обнаружения перегретых букс в поездах. Москва. Транспорт. 2010г.
3. В. В. Козелкин, И.Ф. Усольцев. Основы инфракрасной техники. Москва. Машиностроение. 1974г.
4. А.В. Евстафьев. Микроконтроллеры AVR семейства Classic фирмы "ATMEL". Москва. Додэка – XXI. 2002г.
5. А. В. Фрунзе. Микроконтроллеры? Это же просто!. Том 1. Москва. ООО ИД Скимен. 2002г.
6. А. В. Фрунзе. Микроконтроллеры? Это же просто!. Том 2. Москва. ООО ИД Скимен. 2002г.
7. М.С. Голубцов. Микроконтроллеры AVR: от простого к сложному. Москва. Солон – Пресс. 2003г.
8. В.В. Гребнев. Микроконтроллеры семейства AVR фирмы Atmel. Москва. РадиоСофт. 2002г.
9. А. В. Шарапов. Цифровые и микропроцессорные устройства. Учебное пособие. Томск. ТМЦДО. 1999г.
10. О. К. Березин, В. Г. Костиков, В. А. Шахнов. Источники электропитания радиоэлектронной аппаратуры. Москва. Три Л. Горячая линия – Телеком. 2000г.
11. А. В. Шарапов. Электронные цепи и микросхемотехника. Часть 1. Учебное пособие. Томск. ТМЦДО. 1999г.
12. В. М. Герасимов, В. А. Скворцов. Электронные цепи и микросхемотехника. Часть 2. Учебное пособие. Томск. ТМЦДО. 1998г.
13. В.Г. Гусев, Ю.М. Гусев Электроника. Москва. Высшая школа. 1991г.
14. СанПиН 2.2.4.548 – 96. Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений. М.: Минздрав России, 1997.

15. СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278 – 03. Гигиенические требования к естественному, искусственному и совмещённому освещению жилых и общественных зданий. М.: Минздрав России, 2003.
16. СНиП 23-05 – 95. Естественное и искусственное освещение.
17. СН 2.2.4/2.1.8.562 – 96. Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории застройки.
18. Анализ состояния условий и охраны труда в ОАО «РЖД» за 2010 год – М.: ОАО «РЖД». 75 с.
19. Карнаух, М. И. Рязанов, М. Н. Карнаух // Справочник специалиста по охране труда, 2007. № 8. С.18 - 26.
20. Ключкова Е.А. Охрана труда на железнодорожном транспорте.- М., 2004.
21. В. П. Обрусник. Магнитные элементы электронных устройств. Учебное пособие. Томск. ТМЦДО. 1999г.
22. Интегральные микросхемы: Микросхемы для импульсных источников питания и их применение. Москва. Додэка. 2000г.
23. В. В. Сташин, А. В. Урусов, О. Ф. Мологонцева. Проектирование цифровых устройств на однокристальных микроконтроллерах. Москва. Энергоатомиздат. 1990г.
24. Л.З. Криксунов. Справочник по основам инфракрасной техники. Москва. Советское радио. 1978г.
25. Ю. А. Быстров, А.П. Гапунов, Г.М. Персианов Сто схем с индикаторами. Москва. Радио и связь. 1990г.
26. О. П. Григорьев, В. Я. Замятин, Б. В. Кондратьев. Диоды. Справочник. Москва. Радио и связь. 1990г.
27. П. П. Мальцев, Н. С. Долидзе, М. И. Критенко и др. Цифровые интегральные микросхемы. Справочник. Москва. Радио и связь. 1994г.
28. А. Б. Гитцевич, А. А. Зайцев, В. В. Мокряков и др. Полупроводниковые приборы. Диоды высокочастотные, диоды импульсные, оптоэлектронные приборы. Справочник. Москва. КУБК-а. 1997г.

29. Н. Н. Акимов, Е. П. Ващуков, В. А. Прохоренко, Ю. П. Ходоренок. Резисторы, конденсаторы, трансформаторы, дроссели, коммутационные устройства РЭА. Справочник. Минск. Беларусь. 1994г.
30. О. П. Григорьев, В. Я. Замятин, Б. В. Кондратьев, С. Л. Пожидаев. Транзисторы. Справочник. Москва. Радио и связь. 1989г.
31. С. В. Якубовский, Л. И. Ниссельсон, В. И. Кулешова и др. Цифровые и аналоговые интегральные микросхемы. Справочник. Москва. Радио и связь. 1996г.
32. М. Н. Дьяконов, В. И. Карабанов, В. И. Присняков и др. Справочник по электрическим конденсаторам. Москва. Радио и связь. 1983г.
33. Резисторы. Справочник под ред. И. И. Четверткова, В. М. Терехова. Москва. Радио и связь. 1987г.
34. П. А. Долин. Справочник по технике безопасности. Москва. Энергоатомиздат. 1982г.
35. Правила технической эксплуатации железных дорог Российской Федерации. Москва. Транспорт. 2000г.
36. ЦВ-ЦШ-453. Инструкция по размещению, установке и эксплуатации средств автоматического контроля технического состояния подвижного состава на ходу поезда. Москва. Транспорт. 1996г.
37. Анализ работы средств автоматического контроля технического состояния подвижного состава за 2002 год. Приказ по МПС РФ. 2003г.
38. А. А. Чернышев, Л. И. Кирпиченко. Система образовательных стандартов. Работы студенческие учебные и выпускные. Общие требования и правила оформления. Томск. ТУСУР. 1999г.
39. ГОСТ 13109 – 87. Электрическая энергия. Требования к качеству электрической энергии в электрических сетях общего назначения.
40. ГОСТ 50627 – 93. Совместимость технических средств электромагнитная. Устойчивость к динамическим изменениям напряжения сети электропитания. Технические требования и методы испытаний.

41. ГОСТ 12.0.000-76 Опасные и вредные производственные факторы. Классификация.
42. ГОСТ 22789-94 Устройства комплектные низковольтные. Общие требования.
43. ГОСТ 12200-75 Изделия электротехнические. Общие требования.
44. ГОСТ 28853-90 Устройства, приборы, установки, блоки. Общие технические требования.
45. ГОСТ 23000-78 Общие эргономические требования.
46. Г. Волович. Измерительные схемы на операционных усилителях. Научно-технический журнал Схемотехника №2 февраль 2004г.
47. А. Медведев, А. Кисляков. Прибор дистанционной оценки перепада температур. Научно-технический журнал Схемотехника №2 февраль 2004г.
48. Официальные сайты фирмы Atmel. <http://www.atmel.com/>. <http://www.atmel.ru/>.
49. Официальный сайт фирмы Промэлектроника. <http://www.promelec.ru/>.
50. Официальный сайт фирмы Чипинфо. <http://www.chipinfo.ru/>.
51. Официальный сайт компании Платан. <http://www.platan.ru/>.
52. Официальный сайт компании Kingbright Electronic. <http://www.kingbright.com/>.

## Приложение А

### Листинг управляющей программы микроконтроллера

AVRASM ver. 1.56 C:\AVRTOOLS\APPNOTES\kt.asm Tue Jun 08 14:43:51 2004

; кварцевый резонатор 4096 КГц

.include "8535def.inc"

;=====

;адреса SRAM, старший байт адреса SRAM=0x01

.equ Lram = 0x0 ; 0x0,0x1 - старший и младший байты буфера  
;температуры слева

.equ Pram = 0x2 ; 0x2,0x3 - старший и младший байты буфера  
;температуры справа

.equ Lres = 0x4 ; байт результата температуры слева

.equ Pres = 0x6 ; байт результата температуры справа

;переменные

.def AregH = r01 ; результат измерения hex, старший байт

.def AregL = r02 ; результат измерения hex, младший байт

.def AdReg = r03 ; адрес ячейки памяти EEPROM

.def RegY = r05 ; регистр уставка

.def RegYmax = r06 ; регистр уставка + 2

.def RegYmin = r07 ; регистр уставка - 2

.def temp = r16 ; рабочий регистр

.def temp1 = r17 ; вспомогательная переменная

.def temp2 = r18 ; вспомогательная переменная

.def count = r19 ; счетчик количества преобразов. АЦП до 64

.def countCyk = r20 ; счетчик циклов для обращения АЦП до 32

.def Flag = r21 ; регистр флагов;

```

; биты:0 - измеряем слева, 1 - справа.
.def  cRazr = r22      ; счетчик разрядов до 6
.def  onyct = r23      ; режим коррекции уставки
.def  onlev= r24       ; регистр обогрева слева вкл/выкл
.def  onpr = r25       ; регистр обогрева справа вкл/выкл

;=====
=====
;прерывания

000000 c0fc          rjmp    RESET          ; сброс
000001 c0ef          rjmp    Zasl          ; INT_0 внешнее прерывание
000002 c0f5          rjmp    cek           ; Timer2 по сравнению
000003 c0c7          rjmp    TIM2           ; Timer1 по сравнению
000004 c000          rjmp    TIM0           ; Timer0 по переполнению

;=====
==
; индикация INDIC+ Подпрограмма обслуживания индикации, АЦП,
;управления исполнительными механизмами

000005 9563          TIM0:          inc    cRazr          ; инкремент счетчика
разрядов
000006 3061          cpi     cRazr,1        ; 1 разряд - десятки уставки
000007 f451          brne    P1            ; если нет - следующий разряд
000008 2dc5          mov     r28,RegY       ; преобразование уставки HEX
000009 8108          ld      temp,Y        ; в DEC код
00000a 9502          swap    temp          ; формирование значения
00000b 700f          andi    temp,$0F      ; десятков
00000c d096          rcall    decod         ; получение семисегментного
кода
00000d bb05          out     PortC,temp     ; подготовили сегменты
индикатор.

```



00000e 2700		clr	temp	
00000f 6001		sbr	temp,0x01	
000010 bb02		out	PORTD,temp	; зажгли десятки уставки
000011 c03f		rjmp	rADC	; обработка АЦП
000012 3062	P1:	cpi	cRazr,2	; 2 разряд - единицы уставки
000013 f451		brne	P2	; если нет - следующий разряд
000014 2dc5		mov	r28,RegY	; преобразование уставки HEX
000015 8108		ld	temp,Y	; в DEC код
000016 700f		andi	temp,\$0F	; формирование значения
000017 d08b		rcall	decod	; единиц и семисегментный код
000018 2b07		or	temp,onuct	; вкл/выкл дец точку
000019 ba05		out	PortC,r0	; установили сегменты
индикатора				
00001a 2700		clr	temp	
00001b 6002		sbr	temp,0x02	
00001c bb02		out	PORTD,temp	; зажгли единицы уставки
00001d c033		rjmp	rADC	; обработка АЦП
00001e 3063	P2:	cpi	cRazr,3	; 3 разряд - десятки темп. слева
00001f f451		brne	P3	; если нет - следующий разряд
000020 e0c4		ldi	r28,Lres	; преобразование темп. слева
HEX				
000021 8108		ld	temp,Y	; в DEC код
000022 9502		swap	temp	; формирование значения
000023 700f		andi	temp,\$0F	; десятков в семисегментный код
000024 d07e		rcall	decod	
000025 bb05		out	PortC,temp	; подготовили сегменты
индикатор.				
000026 2700		clr	temp	
000027 6006		sbr	temp,0x06	
000028 bb02		out	PORTD,temp	; зажгли десятки темп.
слева				
000029 c027		rjmp	rADC	; обработка АЦП

00002a 3064	P3:	cpi	cRazr,4	; 4 разряд - еденицы темп. слева
00002b f451		brne	P4	
00002c e0c4		ldi	r28,Lres	
00002d 8108		ld	temp,Y	
00002e 700f		andi	temp,\$0F	
00002f d073		rcall	decod	
000030 2b08		or	temp,onlev	;вкл/выкл дец точку
000031 ba05		out	PortC,r0	
000032 2700		clr	temp	
000033 6008		sbr	temp,0x08	
000034 bb02		out	PORTD,temp	;зажгли еденицы темп. слева
000035 c01b		rjmp	rADC	; обработка АЦП
000036 3065	P4:	cpi	cRazr,5	;5 разряд – десятки
темпер.справа				
000037 f451		brne	P5	
000038 e0c6		ldi	r28,Pres	
000039 8108		ld	temp,Y	
00003a 9502		swap	temp	
00003b 700f		andi	temp,\$0F	
00003c d066		rcall	decod	
00003d bb05		out	PortC,temp	
00003e 2700		clr	temp	
00003f 6100		sbr	temp,0x10	
000040 bb02		out	PORTD,temp	;зажгли десятки темп.
справа				
000041 c00f		rjmp	rADC	; обработка АЦП
000042 3066	P5:	cpi	cRazr,6	;6 разряд –еденицы
темпер.справа				
000043 f459		brne	P6	
000044 e0c6		ldi	r28,Pres	
000045 8108		ld	temp,Y	

000046 700f		andi temp,\$0F	
000047 d05b		rcall decod	
000048 2b08		or temp,onlev	; вкл/выкл дец точку
000049 ba05		out PortC,r0	; установили сегменты
00004a 2700		clr temp	
00004b 6200		sbr temp,0x20	
00004c bb02		out PORTD,temp	;зажечь разряд единиц
темп.спр			
00004d 2766		clr cRazr	; обнулить счетчик
разрядов			
00004e c002		rjmp rADC	; обработка АЦП
00004f 2766	P6:	clr cRazr	
000050 cfb4		rjmp TIM0	
000051 9992	rADC:	sbic PORTD,2	;при порт D.2=1 закрытие
заслонок			
000052 9ac2		sbi PORTB,2	
000053 9543		inc countCyk	;обработка АЦП
000054 ff45		sbrs countCyk,5	;если бит 5 в countCyk равен 1,
то			
			;прошло 32 такта таймера 0,
000055 9518		reti	
000056 d03d		rcall readADC	;чтение АЦП
000057 2744		clr countCyk	
000058 9533		inc count	
000059 3431		cpi count,65	;если прошло 64 чтения, то
00005a f009		breq calca	;на обработку результатов в
;буфере			
00005b 9518		reti	

;расчет по 64 значениям

```

00005c 2733      calca:  clr    temp1
00005d fd50                sbrc   Flag,0
00005e c003                rjmp   M46
00005f e0c0                ldi    r28,Lram    ;установка адреса – темп.слева
000060 e0e4                ldi    r30,Lres
000061 c003                rjmp   M47

000062 fd51      M46:    sbrc   Flag,1
000063 e0c2                ldi    r28,Pram    ;установка адреса – темп.справа
000064 e0e6                ldi    r30,Pres

000065 9019      M47:    ld     AregH,Y+    ;загрузка суммы из памяти
000066 8028                ld     AregL,Y

```

;деление на 64

```

000067 9416      div:    lsr    AregH    ;сдвинули старший
000068 9427                ror    AregL    ;сдвинули младший
000069 9533                inc    temp1
00006a 3036                cpi    temp1,6
00006b f7d9                brne   div        ;сдвиг-деление на 64
00006c 8220                st     Z,AregL    ;вернуть результат в ячейки
ОЗУ
00006d 50c1                subi   r28,1
00006e 2700                clr    temp
00006f 9309                st     Y+,temp    ;очистили память
000070 8308                st     Y,temp      ;для следующего цикла

```

;включаем/выключаем обогрев в камерах

```

000071 1426                cp     AregL,RegYmax    ;Ризмер>=Ymax
000072 f418                brsh   M41

```

000073 1472		cp	RegYmin,AregL	;Ymin>=Rизмер
000074 f450		brsh	M42	
000075 c012		rjmp	M31	
000076 e002	M41:	ldi	temp,2	
000077 1750		cp	Flag,temp	
000078 f019		breq	M44	
000079 9ac3		sbi	PORTB,3	;выключили обогрев слева
00007a e080		ldi	onlev,\$00	;выкл. дец. точку слева
00007b c00c		rjmp	M31	
00007c 9ac4	M44:	sbi	PORTB,4	;выключили обогрев
				справа
00007d e090		ldi	onpr,\$00	;выкл. дец. точку справа
00007e c009		rjmp	M31	
00007f e002	M42:	ldi	temp,2	
000080 1750		cp	Flag,temp	
000081 f019		breq	M45	
000082 98c3		cbi	PORTB,3	;включили обогрев слева
000083 e880		ldi	onlev,\$80	;вкл. дец. точку слева
000084 c003		rjmp	M31	
000085 98c4	M45:	cbi	PORTB,4	;включили обогрев справа
000086 e890		ldi	onpr,\$80	;вкл. дец. точку справа
000087 c000		rjmp	M31	
;установка флагов для следующего цикла				
000088 fd50	M31:	sbr	Flag,0	
000089 c004		rjmp	M51	
00008a 7f5f		cbr	Flag,0	
00008b 6051		sbr	Flag,1	
00008c e001		ldi	temp,1	;если бит 1 флага - читаем прав.
00008d c003		rjmp	M52	
00008e 7f5e	M51:	cbr	Flag,1	
00008f 6050		sbr	Flag,0	
000090 e000		ldi	temp,0	;если бит 0 флага - читаем лев.

```

000091 b907    M52:      out    ADMUX, temp    ;установили АЦП канал
000092 9a36                sbi    ADCSR,ADSC    ;запуск нов. преобраз
000093 9518                reti                ;выход из прерывания
TIM0

;чтение АЦП
000094 fd50    readADC:   sbrc    Flag,0
000095 e0c0                ldi     r28,Lram        ;установка адреса – буфера
000096 fd51                sbrc    Flag,1        ;слева
000097 e0c2                ldi     r28,Pram        ;установка адреса – буфера
000098 9019                ld      AregH,Y+        ;справа
000099 8028                ld      AregL,Y
00009a b114                in      temp1,ADCL        ;получаем младший
00009b b105                in      temp,ADCH        ;старший
00009c 0e21                add     AregL,temp1    ;суммируем
00009d 1e10                adc     AregH,temp
00009e 95ca                dec     r28
00009f 9219                st      Y+,AregH        ;запоминаем сумму
0000a0 8228                st      Y,AregL        ;в памяти
0000a1 9a36                sbi    ADCSR,ADSC    ;запуск АЦП
0000a2 9508                ret

```

; Подпрограмма декодирования десятичного значения в семисегментное.

```

;
; __hgfedcba - сегменты
; 0b00000000 - биты в регистре
;

```

```

0000a3 3000    decod:   cpi    temp,0x00
0000a4 f091                breq   S0
0000a5 3001                cpi    temp,0x01
0000a6 f091                breq   S1
0000a7 3002                cpi    temp,0x02

```

0000a8 f091		breq S2
0000a9 3003		cpi temp,0x03
0000aa f091		breq S3
0000ab 3004		cpi temp,0x04
0000ac f091		breq S4
0000ad 3005		cpi temp,0x05
0000ae f091		breq S5
0000af 3006		cpi temp,0x06
0000b0 f091		breq S6
0000b1 3007		cpi temp,0x07
0000b2 f091		breq S7
0000b3 3008		cpi temp,0x08
0000b4 f091		breq S8
0000b5 3009		cpi temp,0x09
0000b6 f091		breq S9
0000b7 e30f	S0:	ldi temp,0b00111111
0000b8 c011		rjmp DD
0000b9 e006	S1:	ldi temp,0b00000110
0000ba c00f		rjmp DD
0000bb e50b	S2:	ldi temp,0b01011011
0000bc c00d		rjmp DD
0000bd e40f	S3:	ldi temp,0b01001111
0000be c00b		rjmp DD
0000bf e606	S4:	ldi temp,0b01100110
0000c0 c009		rjmp DD
0000c1 e60d	S5:	ldi temp,0b01101101
0000c2 c007		rjmp DD
0000c3 e70d	S6:	ldi temp,0b01111101
0000c4 c005		rjmp DD
0000c5 e007	S7:	ldi temp,0b00000111
0000c6 c003		rjmp DD
0000c7 e70f	S8:	ldi temp,0b01111111
0000c8 c001		rjmp DD

0000c9 e60f      S9:          ldi   temp,0b01101111

0000ca 9508      DD:          ret

;п/п Vvod - коррекция уставки инициируется таймером2 по совпадению (0,5сек)

0000cb b30b      TIM2:          in     temp,PORTA          ;опрос состояния кнопок

0000cc 700c                      andi   temp,\$0c

0000cd 3000                      cpi     temp,\$00                  ;если нажат «+», «-»

0000ce f509                      brne   M21

0000cf e870                      ldi     onyct,\$80          ;включен режим коррекции уст.

0000d0 e905                      ldi     temp,\$95          ;первичная уставка

0000d1 2e50                      mov     RegY,temp          ;соответствует температуре 25°C

0000d2 ef1f      ckan:          ldi     temp1,\$ff                  ; задержка

0000d3 ef2f      M24:          ldi     temp2,\$ff

0000d4 952a      M25:          dec     temp2

0000d5 f7f1                      brne   M25

0000d6 951a                      dec     temp1

0000d7 f7d9                      brne   M24

0000d8 b30b                      in     temp,PORTA          ;опрос состояния кнопок

0000d9 700c                      andi   temp,\$0c

0000da 3008                      cpi     temp,\$08                  ;если нажат «+»

0000db f021                      breq   M22

0000dc 3004                      cpi     temp,\$04                  ;если нажат «-»

0000dd f029                      breq   M23

0000de 3000                      cpi     temp,\$00                  ;если нажат «+», «-»

0000df f791                      brne   ckan

0000e0 9453      M22:          inc     RegY                  ;двойной инкремент  
уставки



0000e1 9453		inc	RegY	
0000e2 cfef		rjmp	ckan	
0000e3 945a	M23:	dec	RegY	;двойной декремент
				уставки
0000e4 945a		dec	RegY	
0000e5 cfec		rjmp	ckan	
0000e6 e070		ldi	onyct,\$00	;выключить дец.точку
				;единиц уставки
0000e7 99e1	EEWrite:	sbic	EECR,EEWE	;запись нового значения
0000e8 cffe		rjmp	EEWrite	;уставки в память
EEPROM				
0000e9 94f8		cli		
0000ea ba3f		out	EEARH,AdReg	
0000eb ba3e		out	EEARL,AdReg	
0000ec ba5d		out	EEDR,RegY	
0000ed 9ae1		sbi	EECR,EEWE	
0000ee 9478		sei		
0000ef c00d		rjmp	RESET	
0000f0 9518	M21:	reti		

;п/п ZASL - управление заслонками инициируется внешним прерыванием INT0

0000f1 98c0	ZASL:	cbi	PORTB,0	;включить форсирующий
0000f2 98c1		cbi	PORTB,1	;режим открытия заслонок
0000f3 98c2		cbi	PORTB,2	
0000f4 e100		ldi	temp,(1<<OCIE1A)	;запустить таймер1
0000f5 bf09		out	TIMSK,temp	
0000f6 9478		sei		
0000f7 9518		reti		

;п/п 2сек - отсчет времени форсирующего режима инициируется Таймером1  
;прерыванием по совпадению(2сек)

```

0000f8 9ac0   cek:      sbi    PORTB,0      ;отключить форсирующий
0000f9 9ac1      sbi    PORTB,1      ;режим
0000fa e000      ldi    temp,(0<<OCIE1A)    ;запрет прерывания
от
0000fb bf09      out    TIMSK,temp      ;таймера1
0000fc 9518      reti

```

```

;=====
=====

```

;Программа начальной установки и инициализации

```

                RESET:                ;точка запуска программы после
сброса

```

```

0000fd 94f8      cli                ;запрещаем прерывания
0000fe e50f      ldi    temp,low(RAMEND)    ;загрузка указателя стека
0000ff bf0d      out    SPL,temp
000100 e002      ldi    temp,high(RAMEND)   ;загрузка указателя стека
000101 bf0e      out    SPH,temp

```

;настройка портов

```

000102 e000      ldi    temp,$00      ;порт А на вход
000103 bb0a      out    DDRA,temp
000104 e00c      ldi    temp,$0C      ; 0, 1 – каналы АЦП,
000105 bb0b      out    PORTA,temp    ; 2,3 – подтяг. резистор

000106 e10f      ldi    temp,$1F      ;порт В на выход
000107 bb07      out    DDRB,temp    ; выводы 0,1,2,3,4
000108 bb08      out    PORTB,temp    ;предустановка «лог.1»

000109 ef0f      ldi    temp,$FF      ; порт С на выход

```

```

00010a bb04      out    DDRC,temp          ; выходы 0,1,2,3,4,5,6,7
00010b e000      ldi     temp,$00          ; предустановка «лог.1»
00010c bb05      out    PORTC,temp

00010d e70b      ldi     temp,$7B          ; порт D 2 - на вход
00010e bb01      out    DDRD,temp          ; 0,1,3,4,5,6 - на выход
00010f e004      ldi     temp,$04          ; 2 – подтяг. резистор
000110 bb02      out    PORTD,temp

;установка АЦП
000111 e805      ldi     temp,1<<ADEN|1<<ADPS2|1<<ADPS0
                  ;start ADC 1/32 такта = 128 кГц, одиночное
преобразование
000112 b906      out    ADCSR,temp
000113 e011      ldi     temp1, 1<<MUX0
000114 b907      out    ADMUX,temp        ;подготовили АЦП к измерению
                                          ;температуры слева

;установка таймеров
; Режим работы таймера 0 с прерыванием по переполнению
; Частота прерываний равна  $4\,096\,000 / 256 / 8 = 2\,000$  Гц (0,5мсек)

000115 e002      ldi     temp,0b00000010
000116 bf03      out    TCCR0,temp

; Режим работы таймера 1 с прерыванием при совпадении.
; Частота прерываний равна  $4\,096\,000 / 256 / 32000 (7d00H) = 0.5$  Гц(2 сек)

000117 e001      ldi     temp,01          ; частота без предделителя
000118 bd0e      out    TCCR1B,temp
000119 e70d      ldi     temp,$7d
00011a bd0b      out    OCR1AH,temp
00011b e000      ldi     temp,$00
00011c bd0a      out    OCR1AL,temp

```

; Режим работы таймера 2 с прерыванием при совпадении.

; Частота прерываний равна  $4\,096\,000 / 256 / 128 / 125 (7dH) = 2\text{ Гц}(0,5\text{сек})$

```
00011d e005      ldi    temp,05          ; частота предделителя 128
00011e bd05      out    TCCR2,temp
00011f e70d      ldi    temp,$7d
000120 bd03      out    OCR2,temp
```

; Настройка WDT сторожевой таймер на 1.9 секунды.

```
000121 e00f      ldi    temp,$0F
000122 bd01      out    WDTCR,temp
```

;прерывания

```
000123 e801      ldi    temp,(1<<TOIE0)|(1<<OCIE2)      ;
000124 bf09      out    TIMSK,temp
000125 e901      ldi    temp,(1<<TOV0)|(1<<OCF1A)|(1<<OCF2)
```

;устанавливать флаги

```
000126 bf08      out    TIFR,temp
000127 e400      ldi    temp,(1<<INT0)
000128 bf0b      out    GIMSK,temp
000129 e106      ldi    temp,0b00010110
```

;настройка MCUCR на прерывание по спадающему фронту

```
00012a bf05      out    MCUCR,temp
```

;обнуление рабочих ячеек памяти

```
00012b 2700      clr    temp
00012c e0c0      ldi    r28,Lram ;
00012d 9309      st     Y+,temp
```

```

00012e 8308      st    Y,temp
00012f e0c2      ldi    r28,Pram ;
000130 9309      st    Y+,temp
000131 8308      st    Y,temp

```

;начальная установка переменных

```

000132 e0d1      ldi    r29,1          ;пишем в RAM, начиная с 01:00
000133 e0f1      ldi    r31,1
000134 2733      clr    count
000135 2700      clr    temp
000136 2433      clr    AdReg
000137 2455      clr    RegY
000138 2777      clr    onyct
000139 2788      clr    onlev
00013a 2799      clr    onpr
00013b 2744      clr    countCyk
00013c 2766      clr    cRazr
00013d 2755      clr    Flag
00013e 6050      sbr    Flag,0          ;измеряем температуру слева

```

; чтение уставки из EEPROM

```

00013f 99e1      EERead:sbic  EECR,EEWE
000140 cffe      rjmp  EERead
000141 ba3f      out    EEARH,AdReg
000142 ba3e      out    EEARL,AdReg
000143 9ae0      sbi    EECR,EERE
000144 b25d      in     RegY,EEDR

```

; определяем RegYmax,RegYmin

000145 e002	ldi	temp,\$02
000146 2c65	mov	RegYmax,RegY
000147 2c75	mov	RegYmin,RegY
000148 0e60	add	RegYmax,temp
000149 1a70	sub	RegYmin,temp

; составление таблицы соответствия HEX значений кода АЦП - десятичному  
;значению  
;температуры в градусах Цельсия, в ячейки памяти ОЗУ с адреса 0062 (0°C) по  
;адрес 00c6 (50°C)

00014a 2700	clr	temp	
00014b 2711	clr	temp1	;счетчик единиц
00014c 2722	clr	temp2	;счетчик десятков
00014d e036	ldi	count,\$06	
00014e 27dd	clr	r29	
00014f e6c2	ldi	r28,\$62	
000150 9309	M1:	st	Y+,temp
000151 9309		st	Y+,temp
000152 9503		inc	temp
000153 9513		inc	temp1
000154 301a		cpi	temp1,\$0A
000155 f3d0		brlo	M1
000156 2711		clr	temp1
000157 0f03		add	temp,count
000158 9523		inc	temp2
000159 3026		cpi	temp2,\$06
00015a f3a8		brlo	M1
00015b 9a36		sbi	ADCSR,ADSC ;запуск первого преобр.
АЦП			
00015c 9478		sei	; разрешаем прерывания

Assembly complete with no errors.

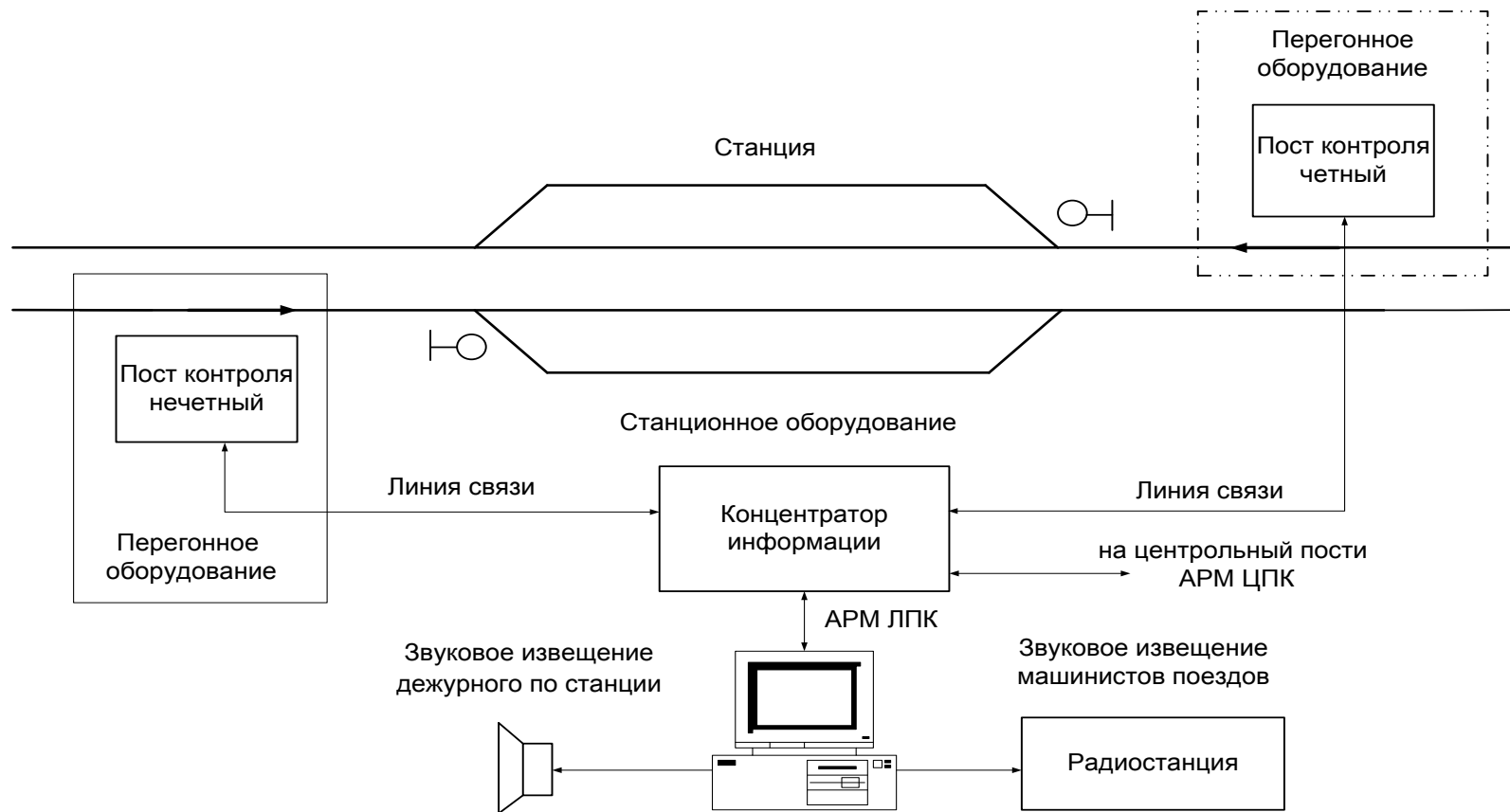
## Приложение Б

### Моточные данные трансформатора Тр1.

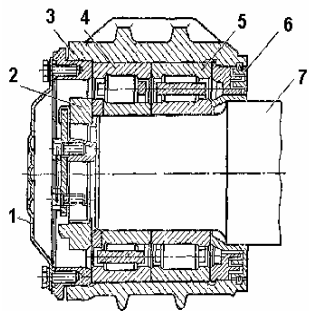
Магнитопровод Ш-образный, типоразмер Ш6×6, изготовлен из сплава марки МП140-4, моточные данные приведены в таблице Б.

Таблица Б.

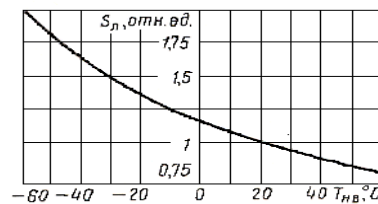
Обозначение обмотки	Номер выводов	Число витков	Марка провода	Диаметр провода, мм.
W1	1-2	34	ПЭТВ-2	0,36
W2.1	3-4	72	ПЭТВ-2	0,36
W2.2	5-6	72	ПЭТВ-2	0,12
Woc	7-8	28	ПЭТВ-2	0,12



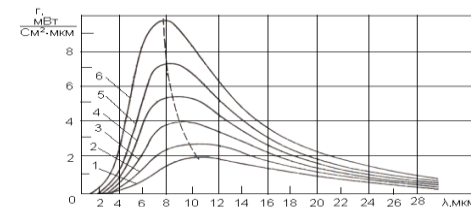
Типовая схема размещения устройств контроля



Роликовый буксовый узел.



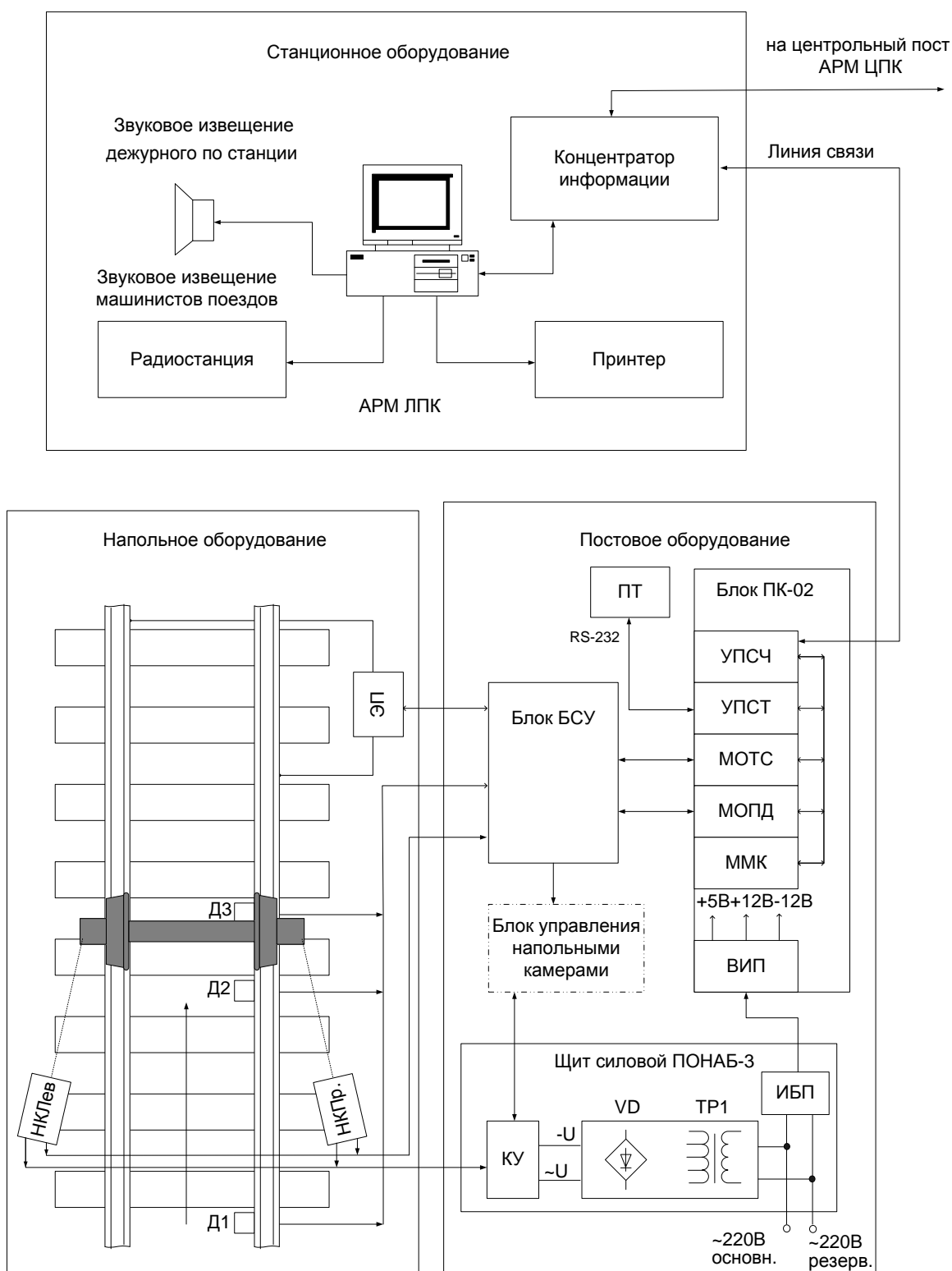
Зависимость интегральной чувствительности болометра от температуры эксплуатации



Спектральная интенсивность ИК-излучения абсолютно черного тела, нагретого до температуры: 1-0 °C, 2-20 °C, 3-40 °C, 4-80 °C, 5-80 °C, 6-100 °C



# Обобщенная структурная схема устройства контроля КТСМ-01.



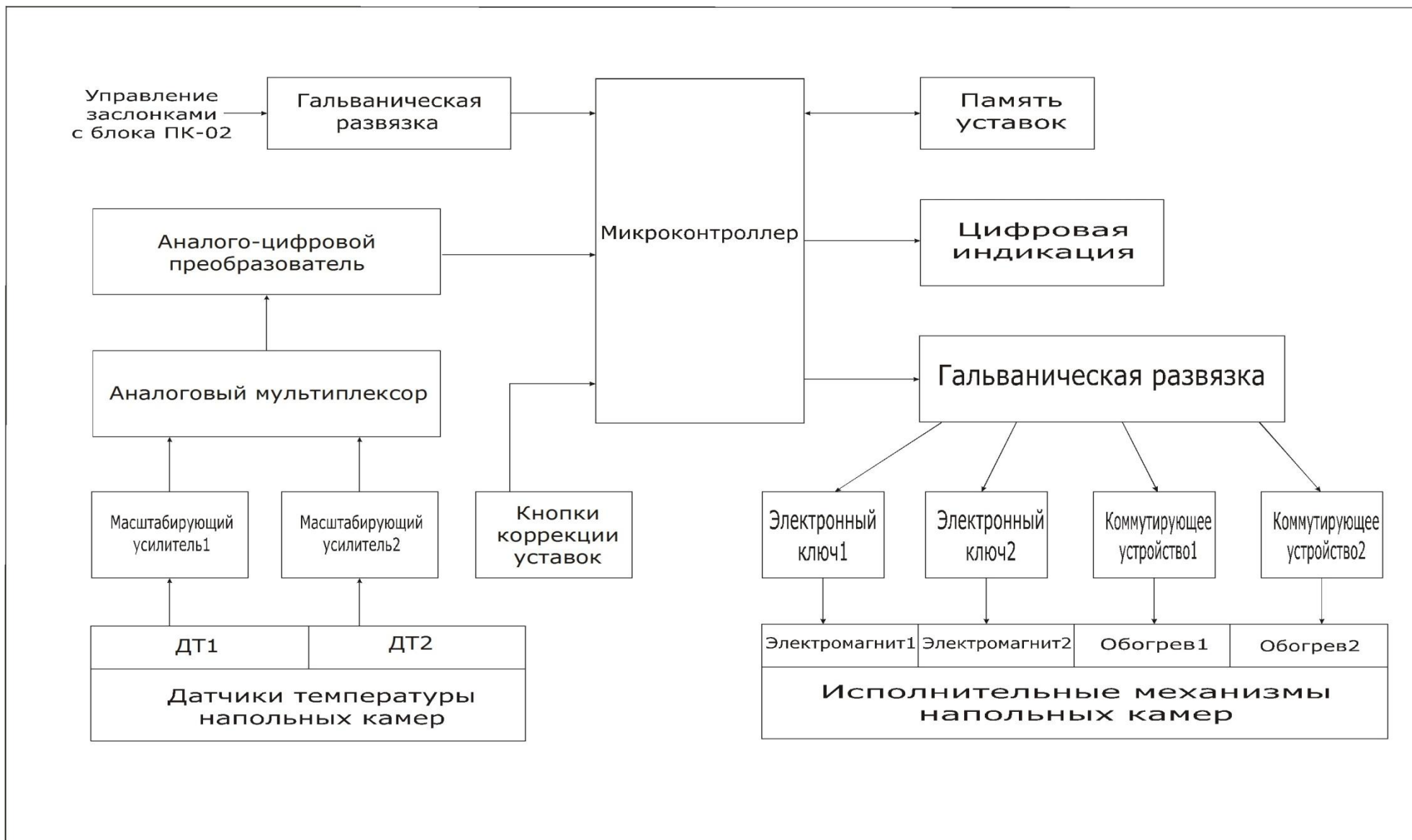


Схема электрическая структурная

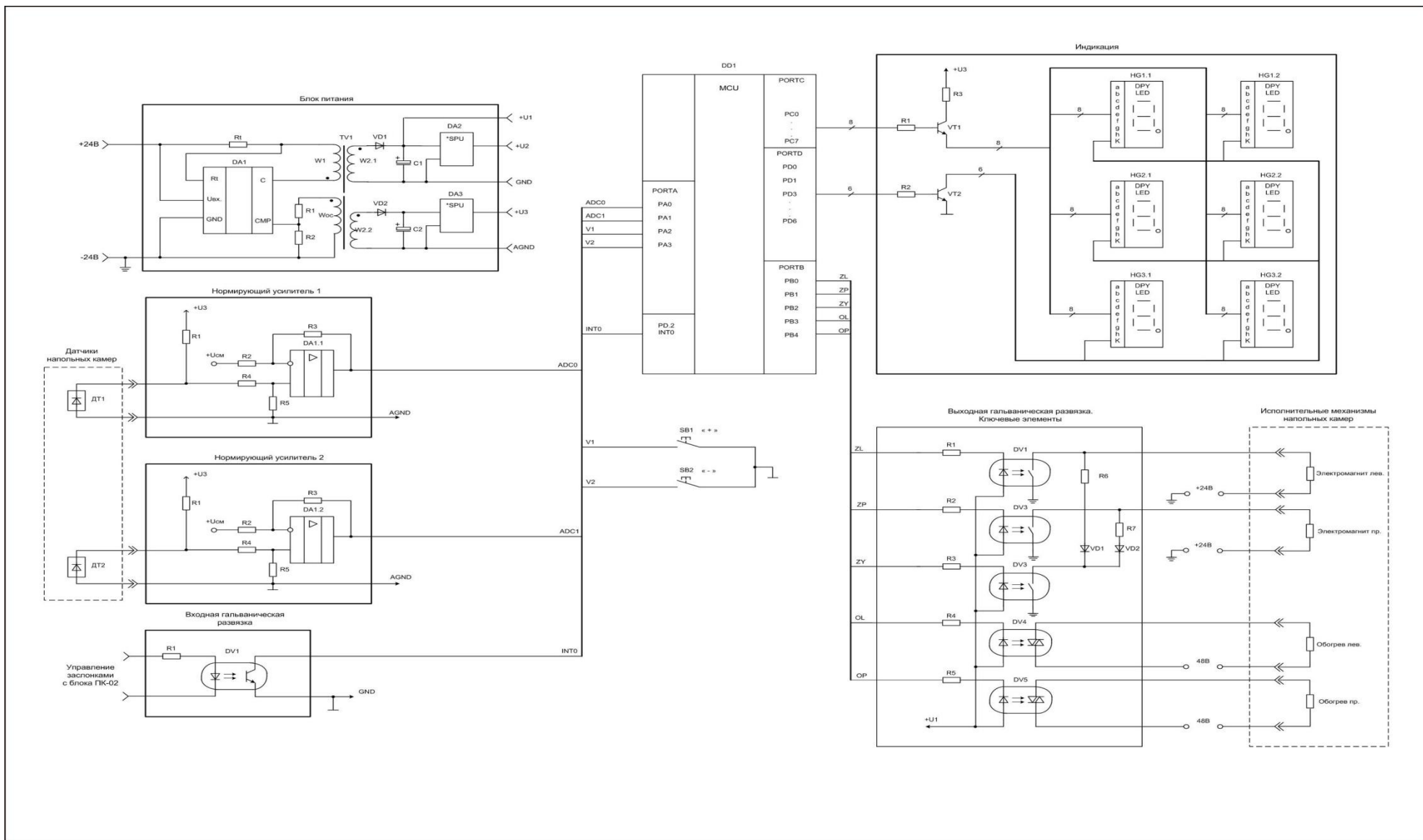


Схема электрическая функциональная